

(19)



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020089094 A
(43)Date of publication of application: 29.11.2002

(21)Application number: 1020010029007
(22)Date of filing: 25.05.2001
(30)Priority: 17.05.2001 KR
1020010027082

(71)Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.
(72)Inventor: KIM, GI HO
KIM, SEONG JIN
LEE, HYEON U
LEE, JONG HYEOK
LEE, JU HO
LEE, YONG SEOK

(51)Int. Cl. H04B 7/04

(54) MOBILE COMMUNICATION DEVICE INCLUDING ANTENNA ARRAY AND METHOD THEREFOR

(57) Abstract:

PURPOSE: A mobile communication device including an antenna array and a method therefor are provided to minimize the influence of fading, interference, and noise by feeding back information corresponding to the characteristic of a time-space channel according to antennas which exist in a base station.

CONSTITUTION: Mobile stations(20,22,24) measure a downward characteristic of an antenna-classified channel from a signal transmitted from a base station(10), and determine long information and short information corresponding to a correlation characteristic of the antenna-classified channel from the measured downward characteristic. The mobile stations(20,22,24) convert determined long and short information into a feedback signal, and transmits the feedback signal to the base station(10). The base station(10) receives the feedback signal, extracts a plurality of weight values from long and short information recovered from the received feedback signal, and multiplies a multiplexed result of a dedicated physical channel signal by a plurality of weight values. The base station(10) adds pilot channel signals to the multiplied results, and transmits the added results to the mobile stations(20,22,24) through an antenna array.

© KIPO 2003

Legal Status

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) . Int. Cl. 7
H04B 7/04

(11) 공개번호 특2002-0089094
(43) 공개일자 2002년11월29일

(21) 출원번호 10-2001-0029007
(22) 출원일자 2001년05월25일

(30) 우선권주장 1020010027082 2001년05월17일 대한민국(KR)

(71) 출원인 삼성전자 주식회사
경기 수원시 팔달구 매탄3동 416번지

(72) 발명자 김성진
경기도수원시팔달구영통동청명마을주공아파트404동1201호
이주호
경기도수원시팔달구영통동살구골현대아파트730동803호
이중혁
인천광역시남구용현1동31-15
이용석
경기도수원시팔달구영통동황골주공아파트154동1203호
김기호
서울특별시서초구서초동1685삼풍아파트5동606호
이현우
경기도수원시권선구권선동벽산아파트806동901호

(74) 대리인 이영필
이해영

심사청구 : 없음

(54) 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법

요약

안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법이 개시된다. 안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 이 장치는, 기지국으로부터 전송된 신호로부터 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 하향 특성으로부터 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 장기 정보 및 단기 정보를 결정하고, 결정된 장기 및 단기 정보들을 제환 신호로 변환하여 기지국으로 전송하는 이동국 및 제환 신호를 수신하고, 수신한 제환 신호로부터 복원한 장기 및 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들에 파일럿 채널 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 안테나 어레이를 통해 이동국으로 전송하는 기지국을 구비하

는 것을 특징으로 한다. 그러므로, 안테나 어레이에 안테나가 많은 경우에도 이동국의 이동 속도가 증가함에 따른 성능 열화를 감소시킬 수 있고, 이동국에서 요구되는 수신 신호 대 잡음비를 현저하게 낮출 수 있고, 제한 대역폭을 효율적으로 사용하여 동일한 대역폭에 많은 사용자를 수용할 수 있고, 다이버시티 효과와 빔포밍 효과를 채널 특성에 맞추어 극대화시킬 수 있고, 장기 정보가 이동국에서 결정되지 않고 기지국에서 결정될 경우 이동국을 소형화시킬 수 있고 이동국의 전력 소모를 줄일 수 있는 효과를 갖는다.

대표도
도 4

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치의 개략적인 블록도이다.

도 2는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 3은 도 2에 도시된 제30 단계에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 4는 도 1에 도시된 제1, 제2, ... 또는 제X 이동국의 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예의 블록도이다.

도 5는 빔수와 유효한 베이스 벡터들을 구하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 6은 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도이다.

도 7은 모드 신호를 생성하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 8은 도 6에 도시된 제1 모드 신호 생성부의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도이다.

도 9는 모드 신호를 생성하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 10은 도 6에 도시된 제1 모드 신호 생성부의 본 발명에 의한 다른 실시예의 블록도이다.

도 11은 모드 신호를 생성하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 또 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 12는 도 6에 도시된 제1 모드 신호 생성부의 본 발명에 의한 또 다른 실시예의 블록도이다.

도 13은 도 3에 도시된 제44 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 14는 도 4에 제1 단기 정보 결정부의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도이다.

도 15는 도 2에 도시된 제32 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 16은 도 1에 도시된 기지국의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도이다.

도 17은 도 15에 도시된 제310 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 18은 도 16에 도시된 제1 가중치 추출부의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도이다.

도 19는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 20은 도 19에 도시된 제450 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 21은 도 20에 도시된 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 이동국의 실시예의 블록도이다.

도 22는 도 19에 도시된 제452 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 23은 도 22에 도시된 제452 단계에 대한 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 기지국의 바람직한 실시예의 블록도이다.

도 24는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 또 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 25는 도 24에 도시된 제600 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 26은 도 25에 도시된 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 이동국의 실시예의 블록도이다.

도 27은 도 24에 도시된 제602 단계에 대한 실시예를 수행하기 위한 본 발명에 의한 기지국의 실시예의 블록도이다.

도 28은 도 21 또는 도 26에 도시된 제2 단계 정보 결정부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.

도 29는 도 28에 도시된 수신 전력 계산부의 실시예의 블록도이다.

도 30은 도 22에 도시된 제502 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 31은 도 22에 도시된 제502 단계에 대한 본 발명에 의한 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 32는 도 30 또는 도 31에 도시된 실시예를 수행하기 위한 제2 또는 제3 가중치 추출부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.

도 33은 도 22에 도시된 제500 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 34는 도 33에 도시된 실시예를 수행하기 위한 본 발명에 의한 기지국 장기 정보 결정부의 실시예의 블록도이다.

도 35는 도 34에 도시된 장기 정보 생성부가 마련하는 제2 모드 신호 생성부에서 장기 정보에 포함되는 모드 신호를 생성하는 과정을 설명하기 위한 본 발명에 의한 플로우차트이다.

도 36는 도 35에 도시된 모드 신호를 생성하는 과정을 수행하는 제2 모드 신호 생성부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.

도 37은 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스 파일럿 생성부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.

도 38은 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스 파일럿 생성부의 본 발명에 의한 다른 실시예를 설명하기 위한 블록도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동 통신에 관한 것으로서, 특히, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향을 최소화시킬 수 있는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법에 관한 것이다.

차세대 이동 통신 시스템은 현재 PCS 이동 통신 시스템과 달리 보다 고속의 데이터를 전송한다. 유럽, 일본은 비동기 방식인 광 대역 코드 분할 다중 접속(W-CDMA:Wideband Code Division Multiple Access) 방식을, 북미는 동기 방식인 CDMA-2000(다중 반송파 코드 분할 다중 접속) 방식을 무선 접속 규격으로 표준화하고 있다.

일반적으로 이동 통신 시스템은 한 기지국을 통해 여러 이동국들이 교신하는 형태로 구성된다. 이동 통신 시스템에서 데이터를 고속으로 전송하기 위해서 페이딩(fading)과 같은 이동 통신 채널의 특성에 따른 손실 및 사용자별 간섭을 최소화해야 한다. 페이딩의 영향으로 통신이 불안정하게 되는 것을 방지하기 위한 방식으로 다이버시티 방식을 사용하며, 이러한 다이버시티 방식들중 하나인 공간 다이버시티(space diversity) 방식은 다중 안테나를 이용한다.

한편, 다중 안테나를 사용하면 사용자들간의 간섭을 최소화할 수 있기 때문에 향후 이동 통신 시스템은 다중 안테나를 필수적으로 사용한다. 다중 안테나를 이용하여 페이딩을 극복하는 다이버시티 방식중 전송단의 용량을 높이기 위해 사용되는 전송 다중 안테나 시스템은 차세대 이동 통신의 특성 상 전송 방향의 대역폭을 많이 요구한다.

고속 데이터를 전송을 하기 위해, 일반적인 이동 통신 시스템은 채널 특성들중에서 통신 성능에 가장 심각한 영향을 미치는 특성들중 하나인 페이딩을 잘 극복해야 한다. 왜냐하면, 페이딩은 수신 신호의 진폭을 수 dB에서 수십 dB까지 감소시키기 때문이다. 페이딩을 잘 극복하기 위해서 여러 가지 다이버시티 기술이 사용된다. 일반적인 CDMA 방식은 채널의 지연 분산(delay spread)를 이용해 다이버시티 수신하는 레이크(Rake) 수신기를 채택하고 있다. 레이크 수신기는 다중 경로(multi-path) 신호를 수신하는 수신 다이버시티 기술이다. 그러나, 이 다이버시티 기술은 지연 분산이 작은 경우 동작하지 않는 단점을 갖는다.

간섭(Interleaving)과 코딩을 이용하는 시간 다이버시티(time diversity) 방식은 도플러 스프레드(Doppler spread) 채널에서 사용된다. 그러나, 이 방식은 저속 도플러 채널에서 이용되기 어려운 문제점을 갖는다. 지연 분산이 작은 실내 채널과 저속 도플러 채널인 보행자 채널에서 페이딩을 극복하기 위해 공간 다이버시티가 사용된다. 공간 다이버시티는 두 개 이상의 안테나들을 사용하는 방식으로, 한 안테나에 의해 전달된 신호가 페이딩에 의해 감쇄된 경우, 다른 안테나를 이용해 그 신호를 수신하는 방식이다. 공간 다이버시티는 수신 안테나를 이용하는 수신 안테나 다이버시티와 송신 안테나를 이용하는 송신 안테나 다이버시티로 나뉜다. 이동국의 경우 면적과 비용 측면에서 수신 안테나 다이버시티를 설치하기 힘들기 때문에, 기지국의 송신 안테나 다이버시티 사용이 권장된다.

송신 안테나 다이버시티는 이동국으로부터 다운 링크(downlink) 채널 정보를 기지국이 궤환 받는 폐루프(closed loop) 전송 다이버시티와 이동국으로부터 기지국으로 궤환이 없는 개루프(open loop) 전송 다이버시티가 있다. 전송 다이버시티는 이동국에서 채널의 위상과 크기를 측정하여 최적의 가중치를 찾는다. 기지국은 채널의 크기와 위상을 측정하기 위해 안테나 별로 구분되는 파일럿 신호를 보내야 한다. 이동국은 파일럿 신호를 통해 채널의 크기 및 위상을 측정하고 측정된 채널의 크기 및 위상 정보로부터 최적의 가중치를 찾는다.

한편, 송신 안테나 다이버시티에서 안테나 수가 증가하면 다이버시티 효과 및 신호 대 잡음비는 계속 향상되지만, 다이버시티 효과의 개선 정도는 기지국에서 사용하는 안테나들의 개수(또는, 신호가 전송되는 경로)가 증가함에 따라 즉, 다이버시티의 정도가 증가함에 따라 계속 줄어든다. 그러므로, 많은 회생을 통해 매우 개선된 다이버시티 효과를 얻는 것이 반드시 바람직한 방법이라고 할 수 없다. 따라서 다이버시티 효과를 개선시키는 것보다 간섭 신호의 전력을 최소화시키고 내부 신호의 신호 대 잡음비를 최대화시키는 방향으로 기지국에서 사용하는 안테나의 개수를 증가시키는 것이 바람직하다.

다이버시티 효과 뿐만 아니라 간섭 및 잡음에 의해 내부 신호가 받는 영향을 최소화시키는 빔 포밍 효과를 고려한 전송 적응 어레이(array) 안테나 시스템을 '다운 링크 빔포밍(beamforming) 시스템'이라 한다. 이 때, 전송 다이버시티와 마찬가지로 궤환 정보를 이용하는 시스템을 '페루프 다운 링크 빔포밍 시스템'이라 한다. 이동국으로부터 기지국으로 궤환되는 정보를 이용하는 페루프 다운 링크 빔포밍 시스템은, 궤환 채널의 대역 폭이 충분하게 확보되어 있지 않다면 채널 정보의 변화를 잘 반영하지 못해 통신 성능을 열화시키는 문제점을 갖는다.

유럽 방식 IMT-2000 표준화 단체인, 3GPP(Generation Partnership Project) R(Relase)99 버전은 2개 안테나들을 위한 페루프 전송 다이버시티 방식으로 전송 안테나 어레이(TxAA) 제1 모드 및 제2 모드를 채택하고 있다. 여기서, TxAA 제1 모드는 노키아에서 제안한 것으로 두 안테나들의 위상차만을 궤환시키고 TxAA 제2 모드는 모토로라에서 제안한 것으로 두 안테나들의 위상 뿐만 아니라 이득도 궤환시킨다. TxAA 제1 모드 및 제2 모드는 유럽 방식 IMT-2000 표준인 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 시스템을 위한 표준화 단체 3GPP에서 정한 명세(specification)에 개시되어 있다.

페루프 전송 다이버시티 방식의 TxAA 제1 모드 또는 제2 모드는 적응 어레이 안테나를 사용하며 전송 적응 어레이 안테나들 각각에 다른 복소수(complex)값에 해당하는 가중치를 인가하도록 구성된다. 적응 어레이 안테나에 인가되는 가중치는 전송 채널과 관계된 값으로서 예를 들면 $w=h^*$ (w 와 h 는 벡터이다.)를 사용한다. 이하, 굵은 글씨체로 표시된 것은 벡터를 표시하고, 굵은 글씨체로 표시되지 않은 것은 스칼라를 표시한다. 여기서 h 는 전송 어레이 채널이고 w 는 전송 어레이 안테나 가중치 벡터이다.

일반적으로, 이동 통신 시스템들 중 주파수 분할 듀플렉스(FDD:Frequency Division Duplex)를 사용하는 방식은 전송 채널과 수신 채널의 특성이 다르기 때문에 기지국에서 전송 채널(h)을 알기 위해서 전송 채널 정보를 궤환시켜야 한다. 이를 위해 TxAA 제1 모드 또는 제2 모드는 채널 정보(h)로부터 구하게 될 가중치(w) 정보를 이동국이 구하여 기지국으로 보내도록 구성되어 있다. TxAA 제1 모드는 가중치($w=[|w_1|\exp(j\theta_1), |w_2|\exp(j\theta_2)]$) (w_1 과 w_2 는 스칼라이다.) 정보 중 위상 성분에만 해당하는 $\theta_2 - \theta_1$ 부분만 두 비트로 양자화하여 궤환시킨다. 따라서, 위상의 정밀도는 $\pi/2$ 가 되고 양자화 오류는 최대 $\pi/4$ 가 된다. 궤환의 효율성을 높이기 위해 매 순간 두 비트들 중 한 비트만 갱신(update)하는 정제(refine) 방법을 사용한다. 예를 들면 두 비트들의 조합으로서 $\{b(2k), b(2k-1)\}$, $\{b(2k), b(2k+1)\}$ (여기서, b 는 매 순간 슬롯(slot) 단위로 궤환되는 비트를 의미한다)이 가능하도록 한다. TxAA 제2 모드는 가중치 정보의 구성 요소인 위상과 이득을 모두 궤환시킨다. 위상은 3비트로 궤환시키고 이득은 1비트로 궤환시킨다. 따라서, 위상의 정밀도는 $\pi/4$ 이고 양자화 오류는 최대 $\pi/8$ 가 된다. 궤환의 효율성을 높이기 위해 매 순간 4비트 중 한 비트만 갱신하는 진보된 정제(progressive refine)모드를 사용한다. 정제 모드에서 각 비트는 직교하는 베이스(basis)의 값이 되는 반면 진보된 정제 모드는 그러한 규정을 갖지 않는다.

전술한 TxAA 제1 모드 및 제2 모드는 안테나 수와 시공간(space-time) 채널의 특성이 변할 때 다음과 같은 문제점들을 갖는다.

먼저, 안테나 수가 증가하면 각 안테나 별로 가중치를 궤환시켜야 하므로 궤환시킬 정보를 많이 갖게 되어 이동국의 이동 속도에 따라 통신 성능을 열화시킨다. 즉, 일반적으로 페이딩 채널에서 이동국의 이동 속도가 빨라지면 시공간 채널의 변화가 심화되므로, 채널 정보의 궤환 속도가 증가해야 한다. 따라서 궤환 속도가 한정되어 있으면, 안테나 수가 증가함에 따라 증가하는 궤환 정보는 통신 성능을 저하시키는 결과를 초래한다.

다음으로, 안테나들간 거리가 충분히 확보되지 않으면 각 안테나의 채널간 상관값(correlation)이 증가한다. 이렇게 채널간 상관값이 증가하면 채널 매트릭스의 정보량이 감소하며, 효율적으로 제한 방식을 이용하면 안테나 수가 증가되어도 고속 이동체 환경에서 성능 열화가 일어나지 않는다. 하지만 TxAA 제1모드 및 제2 모드는 시공간 채널을 구성하는 두 안테나들의 각 채널이 완전히 독립적이라는 가정 하에 구성되어 있으므로, 안테나 수와 시공간 채널의 특성이 변하는 경우에 효율적으로 이용될 수 없다. 게다가, 전술한 두 모드들은 안테나를 2개 보다 많이 사용하는 환경에 적용된 레를 갖지 못하며, 3개 이상 안테나를 사용한다고 하더라도 우수한 성능을 제공할 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 기지국에 존재하는 안테나별 시공간 채널의 특성을 반영한 정보를 제한시켜, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향을 최소화시킬 수 있는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치를 제공하는 데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치에서 수행되는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 이루기 위해, 안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 본 발명에 의한 이동 통신 장치는, 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상관 특성을 반영한 장기 정보 및 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 제한 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 이동국 및 상기 제한 신호를 수신하고, 수신한 상기 제한 신호로부터 복원한 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들에 파일럿 채널 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 기지국으로 구성되는 것이 바람직하다.

또는, 안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 본 발명에 의한 이동 통신 장치는, 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상관 특성을 반영한 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 단기 정보들을 제한 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 이동국 및 상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 결정한 장기 정보 및 수신한 상기 제한 신호로부터 복원한 상기 단기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 적어도 하나의 파일럿 채널 신호와 상기 장기 정보를 이용하여 구한 베이스스 파일럿 신호들을 상기 승산된 결과들에 각각 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 기지국으로 구성되는 것이 바람직하다.

상기 다른 과제를 이루기 위해, 안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 이동 통신 장치에서 수행되는 안테나 어레이를 포함하는 본 발명에 의한 이동 통신 방법은, 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상관 특성을 반영한 장기 정보 및 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 제한 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 단계 및 상기 제한 신호를 수신하고, 수신한 상기 제한 신호로부터 복원한 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들에 파일럿 채널 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 단계로 이루어지는 것이 바람직하다.

또는, 안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 본 발명에 의한 이동 통신 방법은, 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 단계 및 상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 결정한 장기 정보 및 수신한 상기 궤환 신호로부터 복원한 상기 단기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 적어도 하나의 파일롯트 채널 신호와 상기 장기 정보를 이용하여 구한 베이스 파일롯트 신호들을 상기 승산된 결과들에 각각 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 단계로 이루어지는 것이 바람직하다.

이하, 본 발명에 의한 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치의 실시예들 각각의 구성 및 동작과 각 실시예에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 1은 본 발명에 의한 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치의 개략적인 블록도로서, 기지국(10), 제1, 제2, ... 및 제X 이동국들(20, 22, ... 및 24)로 구성된다.

도 2는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 궤환 신호를 구하는 단계(제30 단계) 및 궤환 신호로부터 가중치들을 추출하는 단계(제32 단계)로 이루어진다.

도 1에 도시된 제1 ~ 제X 이동국들(20, 22, ... 및 24)은 서로 동일한 기능을 수행하며, 각 이동국은 단말기로 구현될 수 있다. 어느 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 기지국(10)으로부터 전송된 신호로부터 기지국(10)에 포함된 안테나 어레이의 각 안테나별 채널의 하향(downlink) 특성(H_{DL})을 측정하고, 측정된 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 장기(long term) 정보 및 단기(short term) 정보를 결정하고, 결정된 장기 및 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 기지국(10)으로 전송한다(제30 단계).

이하, 제30 단계 및 이동국(20, 22, ... 또는 24)에 대한 본 발명에 의한 실시예들을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 3은 도 2에 도시된 제30 단계에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 채널의 하향 특성(H_{DL})을 측정하는 단계(제40 단계), 측정된 하향 특성(H_{DL})으로부터 채널의 장기 및 단기 정보들을 결정하는 단계(제42 및 제44 단계) 및 결정된 정보들을 궤환 신호로 변환하는 단계(제46 단계)로 이루어진다.

도 4는 도 1에 도시된 제1, 제2, ... 또는 제X 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예의 블록도로서, 안테나(60), 이동국 채널 특성 측정부(62), 이동국 장기 정보 결정부(64), 제1 단기 정보 결정부(66), 이동국 신호 변환부(68), 제1 계수 저장부(70) 및 제1 선택부(72)로 구성된다.

도 4에 도시된 이동국 채널 특성 측정부(62)는 기지국(10)으로부터 전송된 신호를 안테나(60)를 통해 수신하고, 수신된 신호로부터 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 측정하며, 측정된 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이동국 장기 정보 결정부(64) 및 제1 단기 정보 결정부(66)로 각각 출력한다(제40 단계). 여기서, 채널의 하향 특성(H_{DL})이란, 기지국(10)에서 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송되는 채널의 위상과 크기를 의미한다.

제40 단계후에, 이동국 장기 정보 결정부(64)는 이동국 채널 특성 측정부(62)에서 시공(space-time)간적으로 측정된 채널의 하향 특성(H_{DL}) [여기서, H_{DL} 은 행렬이다.] (이하, 굵은 글씨체로 표시된 것은 벡터를 표시하고, 굵은 글씨체로 표시되지 않은 것은 스칼라를 표시한다.)으로부터 베이스(basis) 벡터(vector)들과 고유값들을 생성하고, 베이스 벡터들중 유효한 벡터들의 수인 개수(이하, 빡수라 한다.)(N_B) (여기서, 빡수는 기지국(10)의 어레이 안테나에 포함된 안테나들의 개수 이하이다.)를 고유값들로부터 계산하고, 유효한 베이스 벡터들의 조합 모드를 나타내는 모드 신호(mode)를 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 생성하고, 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$), 빡수(N_B) 및 모드 신호(mode)를 장기 정보로서 결정하여 출력한다(제42 단계). 여기서, H_{DL} 의 열의 성분들은 공간에 대해 구해지고, 행의 성분들은 시간에 대해 구해진다.

이하, 도 3에 도시된 제42 단계 및 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64)의 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 5는 빔수(N_B)와 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 구하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예(42A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{ant}$)과 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 생성하는 단계(제100 단계) 및 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 이용하여 구한 빔수(N_B)를 이용하여 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 구하는 단계(제102 및 제104 단계들)로 이루어진다.

도 6은 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64)의 본 발명에 의한 일 실시예(64A)의 블록도로서, 고유 분석부(120), 제2 선택부(122), 빔수 계산부(124) 및 제1 모드 신호 생성부(126)로 구성된다.

도 6에 도시된 고유 분석부(120)는 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 고유 분석법을 통해 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{ant}$) [여기서, ant는 기지국(10)에 포함된 어레이 안테나의 수를 나타낸다.]과 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 생성하고, 생성된 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{ant}$)을 제2 선택부(122)로 출력하고, 생성된 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 빔수 계산부(124)로 출력한다(제100 단계). 여기서, 고유 분석법은 "Matrix Computation"이라는 제목으로 'G. Golub'와 'C. Van. Loan'에 의해 저술되고 런던(London)에 위치한 존스 홉킨스 대학(Johns Hopkins University) 출판사에 의해 1996년도에 출간된 책에 개시되어 있다.

제100 단계후에, 빔수 계산부(124)는 제1 임계값(V_{th1})을 초과하는 고유값들의 개수를 카운팅하고, 카운팅된 결과를 빔수(N_B)로서 제2 선택부(122), 이동국 신호 변환부(68) 및 제1 계수 저장부(70)로 각각 출력한다(제102 단계). 이를 위해, 빔수 계산부(124)는 카운터(미도시) 따위로 구현될 수 있다. 이 때, 제1 임계값(V_{th1})은 '0'에 근사된 값으로 설정된다.

제102 단계후에, 제2 선택부(122)는 고유 분석부(120)로부터 입력한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{ant}$) 중에서 빔수(N_B)만큼 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 선택하고, 선택된 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 제1 단기 정보 결정부(66) 및 이동국 신호 변환부(68)로 각각 출력한다(제104 단계).

이 때, 도 6에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64A)의 제1 모드 신호 생성부(126)는 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성하고, 생성된 모드 신호(Mode)를 제1 선택부(72) 및 이동국 신호 변환부(68)로 각각 출력한다. 즉, 제1 모드 신호 생성부(126)는 도 4에 도시된 이동국에 입력되는 수신 전력을 최대화 하는 조합 모드가 선택 조합 모드인가 그렇지 않으면 동가 이득(equal gain) 조합 모드인가를 결정하고, 결정된 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하는 역할을 한다.

도 7은 모드 신호(Mode)를 생성하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 기대값들을 계산하는 단계(제140 단계) 및 기대값들을 서로 비교하여 모드 신호(Mode)를 생성하는 단계(제142 ~ 제150 단계들)로 이루어진다.

도 8은 도 6에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126)의 본 발명에 의한 일 실시예(126A)의 블록도로서, 하향 단기 시공 공분산 행렬(downlink short term time-space covariance matrix: R_{DL}^{ST}) 계산부(160), 기대(expectation) 값 계산부(162) 및 제1 비교부(164)로 구성된다.

도 5에 도시된 제104 단계후에, 도 8에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126A)는 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL}), 빔수(N_B)별 및 조합 모드별로 미리 결정된 테이블들중에서 빔수(N_B)에 해당하는 테이블들에 저장된 입력단자 IN1을 통해 입력되는 계수들 및 제2 선택부(122)로부터 입력한 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 이용하여 조합 모드별로 기대값들을 계산한다(제140 단계). 이를 위해, 도 8에 도시된 R_{DL}^{ST} 계산부(160)는 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 하향 단기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{ST})을 다음 수식식 1과 같이 계산하고, 계산된 R_{DL}^{ST} 를 기대값 계산부(162)로 출력한다.

수학식 1

$$R_{DL}^{ST} = E[H_{DL} H_{DL}^H]$$

여기서, $E[\cdot]$ 은 기대값이란 의미하고, H_{DL}^H 는 H_{DL} 의 공액 전치(conjugate transpose) 행렬을 의미한다. 이 때, 기대값 계산부(162)는 R_{DL}^{ST} 계산부(160)로부터 입력한 하향 단기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{ST}), 제1 계수 저장부(70)로부터 입력단자 IN1을 통해 입력한 빔수(N_B)에 해당하는 테이블들의 계수들 및 제2 선택부(122)로부터 입력한 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)로부터 다음 수학식 2와 같이 선택 조합 모드에 대한 기대값(E^{SL}) 및 등가 이득 조합 모드에 대한 기대값(E^{EG})을 계산한다.

$$\text{수학식 2} \quad E^{SL} = \sum_{i=1}^{N_B} |a_i(b)|^2 v_i v_i^H \quad \text{및} \quad E^{EG} = \sum_{i=1}^{N_B} |a_i(b)|^2 v_i v_i^H$$

여기서, $|a_i(b)|^2 = |a_i(b)|^2$ ($0 < b < N_B - 1$)이고, $|a_i(b)|^2 = |a_i(b)|^2$ ($0 < b < 4^{N_B-1} - 1$)이며, w_s 는 선택 조합 모드에 해당하는 테이블에 저장된 계수들을 이용하여 구한 가중치를 의미하며 다음 수학식 3과 같고, w_e 는 등가 이득 조합 모드에 해당하는 테이블에서 저장된 계수들을 이용하여 구한 가중치를 의미하며 다음 수학식 4와 같고, w_s^H 는 w_s 의 공액 전치 행렬을 나타내고, w_e^H 는 w_e 의 공액 전치 행렬을 나타낸다.

수학식 3

$$w_s = \sum_{i=0}^{N_B-1} a_i(b) v_i$$

여기서, i 는 정수로서 $0 < i < N_B - 1$ 이고, v_i 는 유효한 베이스스 벡터를 나타내고, b 는 인덱스를 나타내고, $a_i(b)$ 는 제1 계수 저장부(70)로부터 입력한 계수들중 선택 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.

수학식 4

$$w_e = \sum_{i=0}^{N_B-1} a_i^e(b) v_i$$

여기서, $a_i^e(b)$ 는 제1 계수 저장부(70)로부터 입력한 계수들중 등가 이득 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.

전술한 도 4에 도시된 제1 계수 저장부(70)는 조합되는 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)의 계수들을 인덱스(b)별로 달리 갖는 각 테이블을 빔수(N_B)별 및 조합 모드별로 미리 결정하여 저장하고, 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 빔수(N_B)에 응답하여 빔수(N_B)에 해당하는 테이블에 저장된 계수들을 이동국 장기 정보 결정부(64) 및 제1 선택부(72)로 출력한다. 예컨대, 제1 계수 저장부(70)로부터 출력되는 계수들은 조합 모드에 관계없고 빔수(N_B)에 관계되는 테이블들에 포함되어 있다.

본 발명에 의하면, 제1 계수 저장부(70)에 조합 모드별 및 빔수(N_B)별로 저장되는 테이블들 각각에 포함된 계수들은 다음과 같이 결정된다.

먼저, 선택 조합 모드에 해당하는 테이블들에 포함되는 계수들 $[a_i(b)]$ 은 다음 수학식 5와 같이 결정된다.

수학식 5

$$a_i(b) = \begin{cases} 1, & i=b \\ 0, & i \neq b \end{cases}$$

여기서, $0 < b < N_B - 1$ 이다. 예를 들어, 선택 조합 모드에 해당하는 테이블들중 $N_B=1$ 에 해당하는 테이블에 계수들은 존재하지 않으며, $N_B=2$ 에 해당하는 테이블은 다음 표 1과 같이 표현되는 계수들 $[a_0(b)$ 및 $a_1(b)]$ 을 갖고, $N_B=3$ 에 해당하는 테이블은 다음 표 2와 같이 표현되는 계수들 $[a_0(b), a_1(b)$ 및 $a_2(b)]$ 을 갖고, $N_B=4$ 에 해당하는 테이블은 다음 표 3과 같이 표현되는 계수들 $[a_0(b), a_1(b), a_2(b)$ 및 $a_3(b)]$ 을 갖는다.

[표 1]

b	$a_0(b)$	$a_1(b)$
0	1	0
1	0	1

[표 2]

b	$a_0(b)$	$a_1(b)$	$a_2(b)$
0	1	0	0
1	0	1	0
2	0	0	1

[표 3]

b	$a_0(b)$	$a_1(b)$	$a_2(b)$	$a_3(b)$
0	1	0	0	0
1	0	1	0	0
2	0	0	1	0
3	0	0	0	1

다음으로, 등가 이득 조합 모드에 해당하는 테이블들에 포함되는 계수들 $[a_i(b)]$ 은 다음 수학식 6과 같이 결정된다.

수학식 6

$$a_i(b) = \begin{cases} 1, & i=1 \\ \exp(j \frac{\pi}{4} + j \frac{\pi}{4} d(c(b), i)), & i \neq 1 \end{cases}$$

여기서, $c(b) = \text{gray_encoder}(b, B^{EG})$ 이고, $0 \leq b \leq B^{EG} - 1$ 이며, $B^{EG} = 4^{\lfloor \log_2 N_B \rfloor}$ 이다. 이 때, gray_encoder는 예를 들면 벡터 [0 1 2 3]의 순서를 [0 1 3 2]로 바꾸는 그레이 엔코딩(gray encoding)을 수행하는 함수로서, "Digital Communication"이라는 제목으로 'John G. Proakis'에 의해 저술되고 싱가포르(Singapore)에 위치한 맥그로우 힐 북(Mc Graw-Hill Book) 출판사에 의해 1995년도에 출간된 3rd Edition 책의 페이지 175쪽에 개시되어 있다. 전술한 수학식 6의 $d(c(b), i)$ 는 다음 수학식 7과 같이 표현된다.

수학식 7

$$d(c(b), i) = \text{mod} \left(\left\lfloor \frac{c(b)}{N_{b, i+1}} \right\rfloor, 4 \right)$$

여기서, $\frac{1}{m}$ 은 1을 m으로 나누었을 때 얻어지는 몫이 가질 수 있는 가장 큰 정수를 의미하고, $\text{mod}(l', m')$ 은 l' 를 m' 으로 나눌 때 얻어지는 나머지를 의미한다. 예를 들어, 등가 이득 조합 모드에 해당하는 테이블들중 $N_B=1$ 에 해당하는 테이블에 계수들은 존재하지 않으며, $N_B=2$ 에 해당하는 테이블은 다음 표 4와 같이 표현되는 계수들 $[a_0(b)$ 및 $a_1(b)]$ 을 갖고, $N_B=3$ 에 해당하는 테이블은 다음 표 5와 같이 표현되는 계수들 $[a_0(b), a_1(b)$ 및 $a_2(b)]$ 을 갖는다.

[표 4]

b	$a_0(b)$	$a_1(b)$
0	1	
1	1	
2	1	
3	1	

[표 5]

b	$a_0(b)$	$a_1(b)$	$a_2(b)$
0	1		
1	1		
2	1		
3	1		
4	1		
5	1		
6	1		
7	1		
8	1		
9	1		
10	1		
11	1		
12	1		
13	1		
14	1		
15	1		

제140 단계후에, 제1 비교부(164)는 기대값 계산부(162)로부터 입력한 기대값들(E^{SL} 및 E^{EG})을 비교하고, 비교된 결과에 응답하여 모드 신호(Mode)를 생성하고, 생성된 모드 신호(Mode)를 제1 선택부(72) 및 이동국 신호 변환부(68)로 각각 출력한다(제142 ~ 제150 단계들). 제1 비교부(164)의 동작을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 제1 비교부(164)는 선택 조합 모드에 대한 기대값(E^{SL})이 등가 이득 조합 모드에 대한 기대값(E^{EG})보다 큰가를 판단한다(제142 단계). 만일, 선택 조합 모드에 대한 기대값(E^{SL})이 등가 이득 조합 모드에 대한 기대값(E^{EG})보다 크다고 판단되면, 제1 비교부(164)는 선택 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제144 단계). 그러나, 선택 조합 모드에 대한 기대값(E^{SL})이 등가 이득 조합 모드에 대한 기대값(E^{EG})보다 작다고 판단되면, 제1 비교부(164)는 등가 이득 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제148 단계). 그러나, 선택 조합 모드에 대한 기대값(E^{SL})과 등가 이득 조합 모드에 대한 기대값(E^{EG})이 동일하다고 판단되면, 제1 비교부(150)는 선택 조합 모드 및 등가 이득 조합 모드중 임의의 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제150 단계).

한편, 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64)는 제1 계수 저장부(70)로부터 출력되는 계수값들 및 제2 선택부(122)로부터 출력되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 입력하지 않고, 모드 신호(Mode)를 발생할 수도 있다. 이러한, 제1 모드 신호 생성부(126)의 본 발명에 의한 실시예들(126B 및 126C) 각각의 구성 및 동작과, 그 실시예들(126B 및 126C)에서 수행되는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예들을 다음과 같이 첨부된 도면들을 참조하여 살펴본다.

도 9는 모드 신호(Mode)를 생성하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 이동국의 위치각들을 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성하는 단계(제180 ~ 제186 단계들)로 이루어진다.

도 10은 도 6에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126)의 본 발명에 의한 다른 실시예(126B)의 블럭도로서, 위치각 계산부(200) 및 제2 비교부(202)로 구성된다.

도 10에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126B)의 위치각 계산부(200)는 도 4에 도시된 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 위치각들을 계산하고, 계산된 위치각들중에서 인접한 위치각들의 차이를 구한다(제180 단계).

제180 단계후에, 제2 비교부(202)는 위치각 계산부(200)로부터 입력한 인접한 위치각들간의 차이와 제2 임계값(V_{th2})을 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 발생한 모드 신호(Mode)를 제1 선택부(72) 및 이동국 신호 변환부(68)로 각각 출력한다(제182 ~ 제186 단계들). 제2 비교부(202)의 세부적인 동작을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 제2 비교부(202)는 위치각 계산부(200)로부터 입력한 인접한 위치각들간의 차이가 제2 임계값(V_{th2})을 초과하는가를 판단한다(제182 단계). 만일, 인접한 위치각들의 차이가 제2 임계값(V_{th2})을 초과하는 것으로 판단되면, 제2 비교부(202)는 등가 이득 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제184 단계). 그러나, 인접한 위치각들간의 차이가 제2 임계값(V_{th2})을 초과하지 않은 것으로 판단되면, 제2 비교부(202)는 선택 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제186 단계). 여기서, 제180 ~ 제186 단계들은 도 5에 도시된 제100 단계 ~ 제104 단계들과 동시에 수행되거나, 제100 단계 ~ 제104 단계들에 선행하여 수행되거나 제100 단계 ~ 제104 단계들이 수행된 후에 수행될 수도 있다.

도 11은 모드 신호(Mode)를 생성하는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 또 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 이동국의 위치각들의 퍼짐 정도들을 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성하는 단계(제220 ~ 제226 단계들)로 이루어진다.

도 12는 도 6에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126)의 본 발명에 의한 또 다른 실시예(126C)의 블럭도로서, 퍼짐 정보 계산부(240) 및 제3 비교부(242)로 구성된다.

도 12에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126C)의 퍼짐 정보 계산부(240)는 도 4에 도시된 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 위치각들의 퍼짐 정도들을 계산하고, 계산된 퍼짐 정도들의 평균값을 구하고, 평균값을 제3 비교부(242)로 출력한다(제220 단계).

제220 단계후에, 제3 비교부(242)는 퍼짐 정보 계산부(240)로부터 입력한 퍼짐 정도들의 평균값을 제3 임계값(V_{th3})과 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 모드 신호(Mode)를 생성하고, 생성된 모드 신호(Mode)를 제1 선택부(72) 및 이동국 신호 변환부(68)로 각각 출력한다(제222 ~ 제226 단계들). 여기서, 제3 비교부(242)의 세부적인 동작을 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 제3 비교부(242)는 퍼짐 정보 계산부(240)로부터 입력한 퍼짐 정도들의 평균값이 제3 임계값(V_{th3})을 초과하는가를 판단한다(제222 단계). 만일, 퍼짐 정도들의 평균값이 제3 임계값(V_{th3})을 초과하는 것으로 판단되면, 제3 비교부(242)는 동가 이득 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제224 단계). 그러나, 퍼짐 정도들의 평균값이 제3 임계값(V_{th3})을 초과하지 않은 것으로 판단되면, 제3 비교부(242)는 선택 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성하여 출력한다(제226 단계). 여기서, 제220 ~ 제226 단계들은 도 5에 도시된 제100 ~ 제104 단계들과 동시에 수행되거나 제100 ~ 제104 단계들에 선행하여 수행되거나 제100 ~ 제104 단계들이 수행된 후에 수행될 수도 있다.

도 10에 도시된 위치각 계산부(200)가 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 위치각들을 계산하는 과정 및 도 12에 도시된 퍼짐 정도 계산부(240)가 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 위치각의 퍼짐 정도를 계산하는 과정은 "Efficient One-, Two-, and Multidimensional High-Resolution Array Signal Processing" 라는 제목으로 'M. Haardt'에 의해 저술되고 독일(Germany)의 Aachen에 위치한 Shaker라는 출판사에 의해 1996년도에 출간된 책[국제 표준 책 번호(ISBN): 3-8265-2220-6]에 개시되어 있다.

한편, 제42 단계후에, 도 4에 도시된 제1 단계 정보 결정부(66)는 제1 계수 저장부(70)에 저장된 테이블들중에서 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 출력되는 모드 신호(Mode)가 나타내는 조합 모드에 해당하는 테이블들중 빙수(N_B)에 해당하는 테이블에 포함된 계수들과 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 조합하여 구한 가중치 벡터들 및 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스(b)를 단계 정보로서 결정하고, 결정된 단계 정보(b)를 이동국 신호 변환부(68)로 출력한다(제44 단계). 여기서, 제1 단계 정보 결정부(66)가 제44 단계를 수행하는 것을 돕기 위해, 제1 선택부(72)가 마련된다. 제1 선택부(72)는 제1 계수 저장부(70)로부터 출력되는 조합 모드에 무관한 빙수(N_B)에만 관계되는 테이블들에 저장되는 계수들중에서, 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 모드 신호(Mode)가 나타내는 조합 모드에 해당하는 테이블에 저장된 계수들만을 선택하여 제1 단계 정보 결정부(66)로 출력한다. 따라서, 제1 선택부(72)로부터 출력되는 계수값은 모드 신호(Mode)가 나타내는 조합 모드 및 빙수(N_B)에 관계되는 테이블에 포함되어 있다.

만일, 빙수(N_B)가 1인 경우 제1 단계 정보 결정부(66)는 단계 정보(b)를 이동국 신호 변환부(68)로 출력하지 않는다. 왜냐하면, 빙수(N_B)가 1이면 전술한 바와 같이 테이블에는 해당하는 계수값이 존재하지 않아, 제1 계수 저장부(70)로부터 계수값이 출력되지 않기 때문이다. 그러나, 도 4에 도시된 바와 달리 이동국 장기 정보 결정부(64)는 빙수(N_B)를 제1 단계 정보 결정부(66)로 출력하고, 제1 단계 정보 결정부(66)는 1의 값을 갖는 빙수(N_B)가 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력될 때 단계 정보(b)를 이동국 신호 변환부(68)로 출력하지 않을 수도 있다.

이하, 제44 단계 및 도 4에 도시된 제1 단계 정보 결정부(66)의 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 13은 도 3에 도시된 제44 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예(44A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 가중치 벡터들을 구하는 단계(제260 단계), 가중치 벡터들로부터 구한 수신 전력들중 최대의 수신 전력에 해당하는 인덱스(b)를 찾는 단계(제262 및 제264 단계)로 이루어진다.

도 14는 도 4에 제1 단계 정보 결정부(66)의 본 발명에 의한 일 실시예(66A)의 블록도로서, 제1 베이스 벡터 조합부(280), 수신 전력 계산부(282) 및 최대 전력 발견부(284)로 구성된다.

제42 단계후에, 제1 베이스 벡터 조합부(280)는 빙수(N_B) 및 모드 신호(Mode)에 해당하는 테이블에 저장된 계수들($a_0 \sim a_{NB-1}$)을 제1 선택부(72)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력하고, 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 계수들($a_0 \sim a_{NB-1}$)을 이용하여 다음 수학식 8과 같이 조합하고, 조합된 결과들을 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)로서 수신 전력 계산부(282)로 출력한다(제260 단계).

수학식 8

$$\mathbf{w}_b = \sum_{i=0}^{N_b-1} a_i(b) \mathbf{v}_{i+1}$$

여기서, $0 < b < B' - 1$ 이고, B' 는 선택 조합 모드에서 N_b 이고 등가 이득 조합 모드에서 4^{NB-1} 이다.

제260 단계후에, 수신 전력 계산부(282)는 제1 베이스 벡터 조합부(280)로부터 입력한 가중치 벡터들($\mathbf{w}_0 \sim \mathbf{w}_{B'-1}$) 각각과 도 4에 도시된 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})을 승산하고, 승산된 결과에 놈(norm)의 제곱을 취하여 다음 수학식 9과 같이 표현되는 수신 전력을 최대 전력 발견부(284)로 출력한다(제262 단계).

수학식 9

$$\|H_{DL} \mathbf{w}_b\|^2$$

여기서, $\| \cdot \|$ 은 놈을 의미한다. 제262 단계를 수행하기 위해, 수신 전력 계산부(282)는 B' 개의 수신 전력 계산기들(290, 292, ... 및 294)들을 마련할 수 있다. 각 수신 전력 계산기(290, 292, ... 또는 294)는 제1 베이스 벡터 조합부(280)로부터 해당하는 가중치 벡터를 입력하고, 입력한 가중치 벡터와 채널의 하향 특성(H_{DL})을 승산하고, 승산된 결과에 놈의 제곱을 수학식 9과 같이 취한 해당하는 인덱스의 수신 전력을 최대 전력 발견부(284)로 출력한다.

제262 단계후에, 최대 전력 발견부(284)는 수신 전력 계산부(282)로부터 입력한 B' 개의 수신 전력들중 가장 큰 수신 전력을 최대 수신 전력으로서 찾고, 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 가중치(\mathbf{w}_b)를 구할 때 사용된 계수들 [$a_0(b) \sim a_{NB-1}(b)$]이 위치한 인덱스(b)를 단기 정보로서 이동국 신호 변환부(68)로 출력한다(제264 단계).

한편, 제44 단계후에, 이동국 신호 변환부(68)는 이동국 장기 정보 결정부(64)에서 결정된 장기 정보 및 제1 단기 정보 결정부(66)에서 결정된 단기 정보(b)들을 입력하고, 입력한 장기 및 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하고, 변환된 궤환 신호를 안테나(60)를 통해 기지국(10)으로 전송한다(제46 단계). 이를 위해, 이동국 신호 변환부(68)는 도 4에 도시된 바와 같이, 이동국 장기 정보 포맷부(80), 이동국 단기 정보 포맷부(82) 및 시 분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing)부(84)로 구현될 수 있다. 여기서, 이동국 장기 정보 포맷부(80)는 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 장기 정보를 포맷하고, 포맷한 결과를 시 분할 다중화부(84)로 출력한다. 이동국 단기 정보 포맷부(82)는 제1 단기 정보 결정부(66)로부터 입력한 단기 정보(b)를 포맷하고, 포맷한 결과를 시 분할 다중화부(84)로 출력한다. 이 때, 시 분할 다중화부(84)는 이동국 장기 정보 포맷부(80)에서 포맷된 결과와 이동국 단기 정보 포맷부(82)에서 포맷된 결과들을 시 분할 다중화하고, 시 분할 다중화된 결과를 궤환 신호로서 안테나(60)를 통해 기지국(10)으로 전송한다. 예를 들어, 시 분할 다중화부(84)로부터 출력되는 궤환 신호는 4개의 단기 정보들과 한 개의 장기 정보가 반복되어 연결되는 패턴을 갖거나, 단기 정보들의 묶음과 장기 정보들의 묶음이 서로 연결된 패턴을 가질 수 있다. 또한 본 발명에 의하면, 시 분할 다중화부(84) 대신에 코드 분할 다중화부(미도시) 또는 주파수 분할 다중화부(미도시)가 마련될 수도 있다.

결국, 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 출력되는 장기 정보는 이동국의 위치등에 의해 좌우되며 채널의 장기적인 변화를 반영하는 정보로서 매우 느리게 변하며 1회 정보량이 비교적 많고, 제1 단기 정보 결정부(66)로부터 출력되는 단기 정보는 이동국의 움직임에 의해 좌우되며 채널의 순시적인 변화만 반영하는 정보로서 1회 정보량은 적지만 매우 빨리 변하므로 궤환될 때 많은 대역폭을 차지한다. 그러므로, 도 4에 도시된 이동국 신호 변환부(68)는 장기 및 단기 정보들을 분리하고, 각 정보의 특성에 적합한 주기로 두 정보들을 변환하여 기지국(10)으로 전송한다.

본 발명의 다른 실시예에 의하면, 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64)는 모드 신호(Mode)를 생성하지 않을 수도 있다. 이 경우, 전술한 도 4에 도시된 이동국 및 그의 실시예들 각각의 구성 및 동작이 다음과 같이 달라지는 것을 제외하면 동일하게 적용된다.

먼저, 도 6에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64A)에서 제1 모드 신호 생성부(126)가 존재할 필요성이 없어진다. 또한, 도 4에 도시된 제1 단기 정보 결정부(66)는 제1 계수 저장부(70)에 저장된 테이블들중에서 빔수(N_B)에 해당하는 테이블에 포함된 계수들과 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 조합하여 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)을 구한다. 따라서, 제1 계수 저장부(70)는 조합 모드에 따른 테이블들을 모두 저장할 필요없이 선택 조합 모드에 해당하는 테이블들 또는 등가 이득 조합 모드에 해당하는 테이블들만을 저장해도 된다. 그러므로, 도 4에 도시된 바와 달리, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 제1 선택부(72)를 마련하지 않는다. 즉, 제1 계수 저장부(70)로부터 출력되는 빔수(N_B)에 해당하는 테이블에 포함된 계수들은 제1 단기 정보 결정부(66)로 직접 출력된다. 왜냐하면, 제1 단기 정보 결정부(66)에서 가중치를 구하기 위해 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 조합되는 것은 조합 모드에 무관하고 빔수(N_B)에만 관계되는 테이블에 포함된 계수들이기 때문이다.

또한, 도 14에 도시된 제1 베이스스 벡터 조합부(280)는 빔수(N_B)에 해당하는 테이블에 저장된 계수들($a_0 \sim a_{NB-1}$)을 제1 계수 저장부(70)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력하고, 이동국 장기 정보 결정부(64)로부터 입력한 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 계수들($a_0 \sim a_{NB-1}$)을 전술한 수학식 8과 같이 조합하고, 조합된 결과들을 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)로서 수신 전력 계산부(282)로 출력한다(제260 단계). 이 때, 수학식 8에서, B' 는 제1 계수 저장부(70)에 저장된 테이블들이 선택 조합 모드에 해당하는 테이블들인가 그렇지 않으면 등가 조합 모드에 해당하는 테이블들인가에 따라, N_B 또는 4^{NB-1} 로서 각각 결정된다.

한편, 도 2에 도시된 제30 단계후에, 도 1에 도시된 기지국(10)은 어느 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로부터 전송된 궤환 신호를 수신하고, 수신한 궤환 신호로부터 복원한 장기 및 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널(DPCH:Dedicate Physical CHannel)를 다중화한 결과를 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들에 파일럿 채널(PICH:Pilot CHannel) 신호들($P_1(k)$, $P_2(k)$, $P_3(k)$, ... 및 $P_{ant}(k)$)을 가산하고, 가산된 결과들을 안테나 어레이를 통해 그 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다(제32 단계).

이하, 도 1에 도시된 기지국(10)과 도 2에 도시된 제32 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 15는 도 2에 도시된 제32 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예(32A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 가중치를 추출하는 단계(제310 단계) 및 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 가중치들과 승산한 후 파일럿 채널 신호들과 가산하는 단계(제312 및 제314 단계들)로 이루어진다.

도 16은 도 1에 도시된 기지국(10)의 본 발명에 의한 일 실시예의 블럭도로서, 다중화부(321), 승산부(322), 가산부(324), 안테나 어레이(326) 및 제1 가중치 추출부(328)로 구성된다.

도 2에 도시된 제32 단계를 수행하기 위해, 제1 가중치 추출부(328)는 안테나 어레이(326)로부터 상향(uplink) 전용 물리 제어 채널(DPCCH:Dedicate Physical Control CHannel)을 통해 수신한 궤환 신호로부터 장기 및 단기 정보들을 복원하고, 복원된 장기 및 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)을 추출하고, 추출된 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)을 승산부(322)로 출력한다(제310 단계).

제310 단계후에, 송신부(322)는 다중화부(321)에서 전용 물리 채널(DPCH) 신호를 다중화한 결과를 제1 가중치 추출부(328)에서 추출된 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)과 각각 송신하고 송신된 결과들을 가산부(324)로 출력한다(제312 단계). 여기서, 본 발명에 의한 이동 통신 장치 및 방법이 코드 분할 다중화 접속 방식(CDMA)으로 사용될 경우, 다중화부(321)는 전용 물리 채널 신호와 입력단자 IN3을 통해 입력한 스프레드/스크램블(SPREAD/SCRAMBLE) 신호를 송신하고, 송신된 결과를 다중화된 결과로서 송신부(322)로 출력하는 송신기(320)로 구현될 수 있다. 또한, 본 발명에 의한 이동 통신 장치 및 방법이 시 분할 다중화 접속 방식(TDMA)으로 사용될 경우, 다중화부(321)는 사용자 별로 다른 전용 물리 채널 신호를 시 분할 다중화하고, 그 결과를 다중화된 결과로서 송신부(322)로 출력하는 시 분할 다중화부(미도시)로 구현될 수도 있다. 여기서, 도 16에 도시된 기지국(10)은 DPCCH 신호와 전용 물리 데이터 채널(DPDCH:Dedicate Physical Data CHannel) 신호를 입력하고, 입력한 DPCCH 신호 및 DPDCH 신호를 DPCH 신호의 포맷에 맞도록 다중화하는 DPCH 생성부(미도시)를 마련할 수 있다.

제312 단계를 수행하기 위해, 송신부(322)는 ant개의 송신기들(340, 342, 344, ... 및 346)을 마련할 수 있다. 각 송신기(340, 342, 344, ... 또는 346)는 다중화부(321)에서 다중화된 결과와 제1 가중치 추출부(328)로부터 출력되는 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)중 해당하는 가중치를 송신하고, 송신된 결과를 가산부(324)로 출력한다.

제312 단계후에, 가산부(324)는 송신부(322)로부터 입력한 송신된 결과들에 파일럿 채널 신호들($P_1(k), P_2(k), P_3(k), \dots$ 및 $P_{ant}(k)$)을 가산하고, 가산된 결과들을 안테나 어레이(326)로 출력한다(제314 단계). 여기서, 파일럿 채널 신호($P_i(k)$) ($1 < i < ant$)는 공통 파일럿 채널 신호(CPICH:Common Pilot CHannel) 신호, 전용 파일럿 채널(DCPICH:Dedicate CPICH)신호 또는 2차 공통 파일럿 채널(SCPICH:Secondary CPICH) 신호가 될 수 있다. 예를 들어, 파일럿 채널 신호($P_i(k)$)가 CPICH인 경우, $P_i(k)$ 는 CPICH_i에 해당한다. 제314 단계를 수행하기 위해, 가산부(324)는 ant개의 가산기들(360, 362, 364, ... 및 366)을 마련할 수 있다. 가산기(360, 362, 364, ... 또는 366)는 송신부(322)의 해당하는 송신기(340, 342, 344, ... 또는 346)로부터 출력되는 송신된 결과를 해당하는 파일럿 채널 신호($P_1(k), P_2(k), P_3(k), \dots$ 또는 $P_{ant}(k)$)에 가산하고, 가산된 결과들을 안테나 어레이(326)로 출력한다.

여기서, 안테나 어레이(380)는 가산부(324)에서 가산된 결과들을 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송하는 역할을 한다. 이를 위해, 안테나 어레이(380)는 ant개의 안테나들(380, 382, 384, ... 및 386)로 구성된다. 안테나(380, 382, 384, ... 또는 386)는 가산부(324)의 해당하는 가산기(360, 362, 364, ... 또는 366)에서 가산된 결과를 해당하는 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다.

이하, 도 16에 도시된 제1 가중치 추출부(328)의 본 발명에 의한 일 실시예(328A)의 구성 및 동작과, 그 제1 가중치 추출부(328A)에서 가중치를 추출하는 본 발명에 의한 실시예(310A)를 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 17은 도 15에 도시된 제310 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예(310A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 장기 및 단기 정보를 복원하는 단계(제400 단계) 및 복원한 장기 및 단기 정보들을 이용하여 복수개의 가중치들을 구하는 단계(제402 및 제404 단계들)로 이루어진다.

도 18은 도 16에 도시된 제1 가중치 추출부(328)의 본 발명에 의한 일 실시예(328A)의 블록도로서, 제1 정보 복원부(420), 제2 계수 저장부(422) 및 제2 베이스 벡터 조합부(424)로 구성된다.

도 18에 도시된 제1 정보 복원부(420)는 입력단자 IN3을 통해 안테나 어레이(326)을 통해 수신한 궤환 신호로부터 장기 및 단기 정보들을 복원하고, 복원된 장기 정보[($v_1 \sim v_{NB}$ 및 N_B), ($v_1 \sim v_{NB}$, Mode 및 N_B) 또는 ($v_1 \sim v_{NB}$, Mode, $\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$ 및 N_B)] 및 단기 정보(b)를 출력한다(제400 단계). 이를 위해, 예를 들면 제1 정보 복원부(420)는 도 4에 도시된 이동국 신호 변환부(68)에서 수행되는 동작을 역으로 수행하는 시 분할 역 다중화부(미도시), 기지국 장기 정보 디포맷부(미도시) 및 기지국 단기 정보 디포맷부(미도시)를 마련할 수 있다. 여기서, 시 분할 역 다중화부는 입력한 궤환 신호를 역 다중화하고, 역 다중화한 결과를 기지국 장기 및 기지국 단기 정보 디포맷부들로 출력하고, 기지국 장기 정보 디포맷부는 시 분할 역 다중화된 결과를 디포맷하여 복원된 장기 정보로서 출력하고, 기지국 단기 정보 디포맷부는 시 분할 역 다중화된 결과를 디포맷하여 복원된 단기 정보를 출력한다.

제400 단계후에, 제2 계수 저장부(422)는 장기 정보에 포함된 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)에 응답하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에서 단기 정보(b)에 응답하여 해당하는 계수들을 추출하고, 추출된 계수들을 제2 베이스 벡터 조합부(424)로 보낸다(제402 단계). 그러나, 장기 정보가 모드 신호(Mode)를 포함하지 않을 경우, 제2 계수 저장부(422)는 장기 정보에 포함된 빔수(N_B)에 응답하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에서 단기 정보(b)에 응답하여 해당하는 계수들을 추출하고, 추출된 계수들을 제2 베이스 벡터 조합부(424)로 출력한다. 만일, 장기 정보가 모드 신호(Mode)를 포함할 경우, 제2 계수 저장부(422)는 저장하고 있는 테이블들중에서 모드 신호(Mode)가 나타내는 조합 모드에 해당하는 테이블군을 선택하고, 선택된 테이블군에서 빔수(N_B)에 해당하는 테이블을 선택하며, 선택된 테이블에서 단기 정보(b)에 해당하는 계수들을 추출하여 제2 베이스 벡터 조합부(424)로 출력한다. 이 때, 제2 계수 저장부(422)는 조합된 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)의 계수들을 인덱스(b)별로 달리 갖는 테이블들을 빔수(N_B)별 및 조합 모드별로 미리 결정하여 저장한다.

그러나, 장기 정보가 모드 신호(Mode)를 포함하지 않을 경우, 제2 계수 저장부(422)는 저장하고 있는 테이블들중에서 빔수(N_B)에 해당하는 테이블을 선택하며, 선택된 테이블에서 단기 정보(b)에 해당하는 계수들을 추출하여 제2 베이스 벡터 조합부(424)로 출력한다. 이 때, 제2 계수 저장부(70)는 조합된 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$) 계수들을 인덱스(b)별로 달리 갖는 테이블들을 빔수(N_B)별로 미리 결정하여 저장한다.

결국, 제2 계수 저장부(422)는 도 4에 도시된 제1 계수 저장부(70)에 저장된 테이블들과 동일한 테이블들을 저장한다.

본 발명의 일 실시예에 의하면, 제402 단계후에, 제2 베이스 벡터 조합부(424)는 제2 계수 저장부(422)로부터 입력한 계수들을 이용하여 장기 정보에 포함된 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 조합하고, 조합된 결과들을 복수개의 가중치들(w_1, w_2, w_3, \dots 및 w_{ant})로서 송산부(322)로 출력한다(제404 단계). 여기서, 가중치들(w_1, w_2, w_3, \dots 및 w_{ant})중 하나인 $w_j (1 < j < ant)$ 는 다음 수학적 식 10과 같이 표현된다.

수학적 식 10

$$w_j = \sum_{i=0}^{N_B-1} a_i(b) v_{ij}$$

본 발명의 다른 실시예에 의하면, 제402 단계후에, 제2 베이스 벡터 조합부(424)는 제2 계수 저장부(422)로부터 입력한 계수들과 제1 정보 복원부(420)로부터 입력한 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 이용하여 장기 정보에 포함된 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{N_B}$)을 조합하고, 조합된 결과들을 복수개의 가중치들(w_1, w_2, w_3, \dots 및 w_{ant})로서 송산부(322)로 출력한다(제404 단계). 여기서, 가중치들(w_1, w_2, w_3, \dots 및 w_{ant})중 하나인 $w_o (1 < o < ant)$ 는 다음 수학적 식 11과 같이 표현된다.

수학적 식 11

$$w_o = \sum_{i=0}^{N_B-1} a_i(b) \beta_i v_{io}$$

여기서, β_i 는 i 번째 유효한 베이스 벡터에 해당하는 고유값(λ_i)에 비례하는 값이며, 예를 들면, 다음 수학적 식 12와 같은 관계를 가질 수 있다.

수학적 식 12

$$\beta_i = \sqrt{\lambda_i}$$

수학적 식 11에 표현된 바와 같이 가중치를 구하기 위해, 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64)는 도 3에 도시된 제42 단계에서 장기 정보를 결정할 때, 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 시공간 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 생성한 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 장기 정보에 포함시키고, 생성된 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 포함한 장기 정보를 이동국 신호 변환부(68)로 출력한다. 이를 위해, 도 6에 도시된 고유 분석부(120)는 도 5에 도시된 제100 단계에서, 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 고유 분석법을 통해 생성한 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 빔수 계산부(124)로 출력하는 한편, 이동국 신호 변환부(68)로도 출력한다. 또한, 도 18에 도시된 제1 정보 복원부(420)로부터 복원된 장기 정보에는 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)이 포함되어 있다.

종래의 이동 통신 시스템은 시공간 채널 특성에 적합한 베이스 벡터들을 사용하지 않았다. 반면에, 전술한 본 발명에 의한 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법은 페이딩(fading)의 영향이 큰 매크로(macro) 채널 환경에서 방위각의 퍼짐 정도가 작으므로 선택 조합 모드를 이용하여 가중치를 생성하고, 간섭이나 잡음의 영향이 큰 마이크로(micro) 또는 피코(pico) 채널 환경에서 방위각의 퍼짐 정도가 크므로 등가 이득 조합 모드를 이용하여 가중치를 생성하거나, 매크로 채널 환경이나 마이크로 채널 환경에 무관하게 어느 조합 모드에 의해 가중치를 생성하였으며, 이와 같이 이동국에서 생성한 가중치를 기지국에서 추출할 수 있도록 장기 및 단기 정보들을 기지국으로 전송한다. 따라서, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향에 의한 채널의 특성의 변화를 이동국이 검사하고, 검사된 결과를 정보량이 최소화된 장기 및 단기 정보들로 변환하여 기지국에 전송하여 주기 때문에, 최적의 통신 환경을 달성할 수 있다.

한편, 본 발명에 의하면, 도 4에 도시된 이동국 장기 정보 결정부(64)는 이동국들(20, 22, ... 및 24) 각각에 마련되는 대신에 기지국(10)에 마련될 수 있다. 이하, 전술한 장기 정보가 이동국이 아닌 기지국에서 결정될 때, 본 발명에 의한 안테나 어레이를 갖는 이동 통신 장치의 실시예들 각각의 구성 및 동작과, 각 실시예에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 19는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 이동국(20, 22, ... 또는 24)이 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 단기 정보만을 갖는 폐환 신호를 구하는 단계(제450 단계) 및 기지국(10)이 안테나별 채널의 상향 특성(H_{UL})으로부터 결정한 장기 정보 및 폐환 신호로부터 복원한 단기 정보를 이용하여 가중치를 추출하는 단계(제452 단계)로 이루어진다.

본 발명에 의한 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법은 먼저, 이동국(20, 22, ... 또는 24)이 기지국(10)으로부터 전송된 신호로부터 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 측정하고, 측정된 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 채널의 상향 특성을 반영한 단기 정보를 결정하고, 결정된 단기 정보들을 폐환 신호로 변환하고, 변환된 폐환 신호를 기지국(10)으로 전송한다(제450 단계). 이하, 제450 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예 및 그 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 이동국의 구성 및 동작을 다음과 같이 설명한다.

도 20은 도 19에 도시된 제450 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(450A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 하향 특성을 측정하는 단계(제460 단계), 단기 정보를 구하는 단계(제462 단계) 및 단기 정보를 폐환 신호로 변환하는 단계(제464 단계)로 이루어진다.

도 21은 도 20에 도시된 실시예(450A)를 수행하는 본 발명에 의한 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 실시예의 블럭도로서, 안테나(60), 이동국 채널 특성 측정부(62), 제2 단기 정보 결정부(480), 이동국 신호 변환부(482) 및 제3 계수 저장부(484)로 구성된다.

도 21에 도시된 안테나(60) 및 이동국 채널 특성 측정부(62)는 도 4에 도시된 안테나(60) 및 이동국 채널 특성 측정부(62)와 동일한 기능을 수행한다.

도 19에 도시된 제450 단계를 수행하기 위해, 먼저, 이동국 채널 특성 측정부(62)는 기지국(10)으로부터 전송된 신호를 안테나(60)를 통해 수신하고, 수신된 신호로부터 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 시공간으로 측정하고, 측정된 하향 특성(H_{DL})을 제2 단기 정보 결정부(480)로 출력한다(제460 단계).

제460 단계후에, 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 미리 결정한 테이블에 저장된 해당하는 계수들로 단위(identity) 베이스 벡터들을 조합하여 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)을 구하고, 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)과 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스(b)를 결정하여 단기 정보를 구한다(제462 단계). 여기서, 단위 베이스 벡터들로 이루어지는 $N_B \times N_B$ 크기의 단위 행렬(identity matrix) ($I_{NB \times NB}$)은 다음 수학적 식 13과 같이 표현된다.

수학적 식 13

$$I_{N_B \times N_B} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

제462 단계를 수행하기 위해, 도 21에 도시된 이동국은 제2 단기 정보 결정부(480) 및 제3 계수 저장부(484)를 마련한다. 여기서, 제3 계수 저장부(484)는 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블을 미리 결정하여 저장하고, 저장한 테이블의 계수들을 제2 단기 정보 결정부(480)로 출력한다. 이 때, 제2 단기 정보 결정부(480)는 주어진 단위 베이스 벡터들을 제3 계수 저장부(484)로부터 입력한 계수들로 조합하여 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)을 구하고, 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)과 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스(b)를 결정하고, 결정된 인덱스(b)를 단기 정보로서 이동국 신호 변환부(482)로 출력한다.

제462 단계후에, 이동국 신호 변환부(482)는 제2 단기 정보 결정부(480)로부터 입력한 결정된 단기 정보(b)를 궤환 신호로 변환하고, 변환된 궤환 신호를 안테나(60)를 통해 기지국(10)으로 전송한다(제464 단계). 이를 위해, 이동국 신호 변환부(482)는 도 4에 도시된 이동국 단기 정보 포맷부(80) 따위로 구현될 수 있다. 여기서, 이동국 신호 변환부(482)의 이동국 단기 정보 포맷부(미도시)는 제2 단기 정보 결정부(480)로부터 입력한 단기 정보(b)를 포맷하고, 포맷한 결과를 안테나(60)로 출력한다.

한편, 제450 단계후에, 기지국(10)은 도 21에 도시된 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로부터 전송된 신호로부터 안테나별 채널의 상향 특성(H_{UL})을 측정하고, 측정된 상향 특성(H_{UL})을 이용하여 결정한 장기 정보 및 수신한 궤환 신호로부터 복원한 단기 정보(b)를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, N_B 개의 파일럿 채널 신호 [$P_i(k)$] (여기서, $1 < i < N_B$)와 장기 정보를 이용하여 구한 베이스 파일럿 신호(basis pilot signal)들 [$u_1(k)$, $u_2(k)$, ... 및 $u_{ant}(k)$]을 승산된 결과들에 각각 가산하고, 가산된 결과들을 안테나 어레이를 통해 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다(제452 단계). 여기서, 복수개의 가중치들은 제2 단기 정보 결정부(480)에서 결정된 인덱스(b)에 해당하는 가중치 벡터(wb)를 의미한다.

이하, 제452 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예 및 그 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 기지국의 구성 및 동작을 다음과 같이 설명한다.

도 22는 도 19에 도시된 제452 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(제500 ~ 제510 단계들)를 설명하기 위한 플로우 차트로서, 가중치를 추출하는 단계(제500 및 제502 단계들), DPCH를 다중화한 결과를 가중치들과 승산하고 베이스 파일럿 신호들 [$u_1(k)$, $u_2(k)$, ... 및 $u_{ant}(k)$]과 가산하는 단계(제504 ~ 제510 단계들)로 이루어진다. 여기서, 제452 단계에 대한 실시예에 포함되지 않는 제512 단계에 대해서는 후술된다.

도 23은 도 22에 도시된 제452 단계에 대한 실시예(제500 ~ 제510 단계들)를 수행하는 본 발명에 의한 기지국의 바람직한 실시예의 블록도로서, 다중화부(321), 승산부(532), 가산부(534), 안테나 어레이(536), 베이스 파일럿 생성부(538), 제2 가중치 추출부(540) 및 기지국 장기 정보 결정부(542)로 구성된다.

도 23에 도시된 기지국 장기 정보 결정부(542)는 도 21에 도시된 이동국으로부터 전송된 신호로부터 안테나별 채널의 상향 특성(H_{UL})을 측정하고, 측정된 상향 특성(H_{UL})을 이용하여 장기 정보를 결정하고, 결정된 장기 정보를 제2 가중치 추출부(540) 및 출력단자 OUT1을 통해 출력한다(제500 단계).

제500 단계후에, 제2 가중치 추출부(540)는 안테나 어레이(536)를 통해 수신한 폐환 신호로부터 단기 정보(b)를 복원하고, 복원된 단기 정보(b) 및 기지국 장기 정보 결정부(542)에서 결정된 장기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출한다(제502 단계).

이 때, 도 23에 도시된 다중화부(321)는 도 16에 도시된 다중화부(321)와 동일한 기능을 수행한다. 즉, 도 23에 도시된 다중화부(321)는 전용 물리 채널 신호(DPCH)를 다중화하고, 다중화된 결과를 승산부(532)로 출력한다(제504 단계). 이를 위해, 다중화부(321)는 DPCH와 스프레드/스크램블 신호(SPREAD/SCRAMBLE)를 승산하고, 승산된 결과를 승산부(532)로 출력하는 승산기(320)를 마련할 수도 있다. 여기서, 도 22에 도시된 바와 달리, 제504 단계는 제500 및 제502 단계들과 동시에 수행될 수도 있다.

제504 단계후에, 승산부(532)는 다중화부(321)에서 다중화된 결과를 제2 가중치 추출부(540)로부터 입력한 복수개의 가중치들(w_1, w_2, \dots 및 w_{ant})과 각각 승산하고, 승산된 결과들을 가산부(534)로 출력한다(제506 단계). 이를 위해, 승산부(532)는 도 16에 도시된 승산부(322)와 마찬가지로, 다수개의 승산기들(550, 552, 554, ... 및 556)로 구성된다. 여기서, 각 승산기(550, 552, 554, ... 또는 556)는 다중화부(321)에서 다중화된 결과를 해당하는 가중치(w_1, w_2, \dots 또는 w_{ant})와 승산하고, 승산된 결과를 가산부(534)로 출력한다.

이 때, 베이스 파일롯트 생성부(538)는 파일롯트 채널 신호들($P_1(k), P_2(k), \dots$ 및 $P_{ant}(k)$)과 기지국 장기 정보 결정부(542)에서 결정되고 입력단자 IN4를 통해 입력한 장기 정보를 이용하여 베이스 파일롯트 신호들($u_1(k), u_2(k), \dots$ 및 $u_{ant}(k)$)을 생성하고, 생성된 베이스 파일롯트 신호들($u_1(k), u_2(k), \dots$ 및 $u_{ant}(k)$)을 가산부(534)로 출력한다(제508 단계). 여기서, 도 22에 도시된 바와 달리, 제508 단계는 제502 ~ 제506 단계들이 수행되는 동안에 수행될 수 있다.

제508 단계후에, 가산부(534)는 승산부(532)에서 승산된 결과들에 베이스 파일롯트 생성부(538)로부터 입력한 베이스 파일롯트 신호들($u_1(k), u_2(k), \dots$ 및 $u_{ant}(k)$)을 가산하고, 가산된 결과를 안테나 어레이(536)로 출력한다(제510 단계). 이를 위해, 가산부(534)는 가산기들(560, 562, 564, ... 및 566)를 마련한다. 각 가산기(560, 562, 564, ... 또는 566)는 승산부(532)의 해당하는 승산기(550, 552, 554, ... 또는 556)에서 승산된 결과를 해당하는 베이스 파일롯트 신호($u_1(k), u_2(k), \dots$ 또는 $u_{ant}(k)$)와 가산하고, 가산된 결과를 안테나 어레이(536)로 출력한다. 이 때, 가산부(534)에서 가산된 결과들은 안테나 어레이(536)를 통해 도 21에 도시된 이동국으로 전송된다. 이를 위해, 안테나 어레이(536)는 ant개의 안테나들(570, 572, 574, ... 및 576)로 구성된다. 각 안테나(570, 572, 574, ... 또는 576)는 가산부(534)의 해당하는 가산기(560, 562, 564, ... 또는 566)에서 가산된 결과를 도 21에 도시된 이동국으로 전송하거나, 도 21에 도시된 이동국으로 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호를 제2 가중치 추출부(540) 및 기지국 장기 정보 결정부(542)로 각각 출력한다.

도 19 ~ 도 23에 도시된 본 발명에 의한 이동 통신 방법 및 장치는 기지국에서 결정된 장기 정보를 이동국으로 전송하지 않았지만, 기지국에서 결정된 장기 정보 예를 들면 모드 신호(Mode)와 빔수(N_B)를 이동국으로 전송할 수도 있다. 이하, 기지국에서 결정된 장기 정보가 이동국으로 전송될 경우, 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 실시예들 및 각 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 이동 통신 장치의 구성 및 동작을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 24는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법의 또 다른 실시예를 설명하기 위한 플로우차트로서, 복원한 장기 정보 및 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 결정한 단기 정보를 갖는 폐환 신호를 구하는 단계(제600 단계) 및 안테나별 채널의 상향 특성(H_{UL})으로부터 결정한 장기 정보 및 폐환 신호로부터 복원한 단기 정보를 이용하여 가중치를 추출하고, 결정한 장기 정보를 이동국으로 전송하는 단계(제602 단계)로 이루어진다.

도 24에 도시된 본 발명에 의한 이동 통신 방법은 단기 정보를 결정할 때, 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL}) 뿐만 아니라, 기지국(10)으로부터 전송된 신호로부터 복원한 장기 정보도 이용하고, 기지국(10)은 결정된 장기 정보를 무선 신호로 변환하여 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다는 것을 제외하면, 도 19에 도시된 이동 통신 방법과 동일하다. 예컨대, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 기지국(10)으로부터 전송된 신호로부터 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 측정할 뿐만 아니라, 기지국(10)으로부터 전송된 신호로부터 장기 정보를 복원하며, 측정된 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 반영한 단기 정보를 복원된 장기 정보 및 채널의 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 결정하고, 결정된 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하고, 변환된 궤환 신호를 기지국(10)으로 전송한다(제600 단계). 이하, 제600 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예 및 그 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 이동국의 구성 및 동작을 다음과 같이 설명한다.

도 25는 도 24에 도시된 제600 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(600A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 하향 특성(H_{DL})을 측정하고 장기 정보를 복원하는 단계(제610 단계), 복원된 장기 정보 및 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 결정된 단기 정보를 전송하는 단계(제612 및 614 단계들)로 이루어진다.

도 26은 도 25에 도시된 실시예(600A)를 수행하는 본 발명에 의한 이동국의 실시예의 블록도로서, 안테나(60), 이동국 채널 특성 측정부(62), 제2 단기 정보 결정부(480), 이동국 신호 변환부(482), 제4 계수 저장부(620) 및 제2 정보 복원부(622)로 구성된다.

도 26에 도시된 안테나(60), 이동국 채널 특성 측정부(62), 제2 단기 정보 결정부(480) 및 이동국 신호 변환부(482)는 도 21에 도시된 안테나(60), 이동국 채널 특성 측정부(62), 제2 단기 정보 결정부(480) 및 이동국 신호 변환부(482)와 각각 동일한 기능을 수행한다.

도 26에 도시된 안테나(60)는 기지국(10)으로부터 전송된 신호를 수신하고, 이동국 채널 특성 측정부(62)는 수신된 신호로부터 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})을 시공간으로 측정하고 측정된 하향 특성(H_{DL})을 제2 단기 정보 결정부(480)로 출력하는 한편, 제2 정보 복원부(622)는 안테나(60)를 통해 수신된 신호로부터 장기 정보를 복원하고, 복원된 장기 정보를 제4 계수 저장부(620)로 출력한다(제610 단계). 이 때, 복원된 장기 정보는 빙수(N_B) 및/또는 모드 신호(Mode)를 포함할 수 있다.

제610 단계후에, 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 장기 정보별로 구분되어 미리 결정되어 저장된 테이블들중에서 복원된 장기 정보에 해당하는 테이블에 저장된 계수들로 단위 베이스 벡터들을 조합하여 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)을 구하고, 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)과 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스(b)를 결정하여 단기 정보를 구한다(제612 단계). 이를 위해, 제4 계수 저장부(620)는 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블들을 장기 정보 예를 들면 빙수(N_B) 및/또는 조합 모드별로 미리 결정하여 저장하고, 저장한 테이블들중에서 제2 정보 복원부(622)로부터 입력한 장기 정보에 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에 저장된 계수들을 제2 단기 정보 결정부(480)로 출력한다. 이 때, 제2 단기 정보 결정부(480)는 도 21에 도시된 제2 단기 정보 결정부(480)와 동일하게, 주어진 단위 베이스 벡터들을 제4 계수 저장부(620)로부터 입력한 계수들로 조합하여 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)을 구하고, 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)과 하향 특성(H_{DL})을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스(b)를 결정하여 단기 정보로서 이동국 신호 변환부(482)로 출력한다.

이 때, 도 21에 도시된 이동국 신호 변환부(482)와 마찬가지로, 도 26에 도시된 이동국 신호 변환부(482)는 결정된 단기 정보를 궤환 신호로 변환하여 안테나(60)로 출력한다(제614 단계).

한편, 도 20 또는 도 25에 도시된 실시예에서 각 단계들의 수행되는 시점에 대해 살펴본다. 만일, 제460 또는 제610 단계가 이동국의 하향 프레임에서 x번째 시간 슬롯 동안 수행되어 안테나별 채널의 하향 특성(H_{DL})이 구해진다면, 제462 또는 제612 단계는 이동국의 하향 프레임에서 x+1 번째 시간 슬롯내의 어느 기간 동안 수행되어 단기 정보(b)가 생성된다. 이 때, 이동국의 하향 프레임의 x+1 번째 시간 슬롯에서 단기 정보(b)가 생성된 다음부터 기지국의 하향 프레임의 x+2 번째 시간 슬롯이 시작할 때까지, 제464 또는 제614 단계가 수행되고 변환된 궤환 신호가 기지국에 도착하여야 한다.

한편, 도 24에 도시된 제600 단계후에, 기지국(10)은 도 26에 도시된 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로부터 전송된 신호로부터 안테나별 채널의 상향 특성(H_{UL})을 측정하고, 측정된 상향 특성(H_{UL})을 이용하여 결정한 장기 정보 및 수신한 제환 신호로부터 복원한 단기 정보(b)를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, N_B 개의 파일롯트 채널 신호 [$P_i(k)$]와 장기 정보를 이용하여 구한 베이스 파일롯트 신호들 [$u_1(k)$, $u_2(k)$, ... 및 $u_{ant}(k)$]을 승산된 결과들에 각각 가산하고, 가산된 결과들을 안테나 어레이를 통해 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송하는 한편, 기지국은 결정한 장기 정보를 무선 신호로 변환하여 이동국으로 전송한다(제602 단계).

이하, 제602 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예 및 그 실시예를 수행하는 본 발명에 의한 기지국의 구성 및 동작을 다음과 같이 설명한다.

도 27은 도 24에 도시된 제602 단계에 대한 실시예(제500 ~ 제512 단계들)를 수행하기 위한 본 발명에 의한 기지국의 실시예의 블록도로서, 승산부(320), 승산부(532), 가산부(534), 안테나 어레이(536), 베이스 파일롯트 생성부(538), 제3 가중치 추출부(640), 기지국 장기 정보 결정부(542) 및 기지국 신호 변환부(642)로 구성된다.

도 27에 도시된 기지국은 기지국 신호 변환부(642)를 더 마련하고, 제2 가중치 추출부(540)와 달리 동작하는 제3 가중치 추출부(640)를 마련하는 것을 제외하면 도 23에 도시된 기지국과 동일한 구성을 갖고 동일한 동작을 수행하므로, 동일한 구성 및 동작에 대한 설명은 생략한다. 이동국이 도 25에 도시된 바와 같이 동작하고, 도 26에 도시된 바와 같이 구현될 경우, 기지국은 도 22에 도시된 제500 ~ 제512 단계들을 수행한다. 여기서, 제500 ~ 제510 단계들에 대해서는 전술한 바와 동일하다. 즉, 도 22의 제500 ~ 제510 단계들은 도 19에 도시된 제452 단계에 대한 실시예이고, 도 22의 제500 ~ 제512 단계들은 도 24에 도시된 제602 단계에 대한 실시예이다.

한편, 제510 단계후에, 도 27에 도시된 기지국 신호 변환부(642)는 기지국 장기 정보 결정부(542)에서 결정된 장기 정보를 무선 신호로 변환하여 안테나 어레이(536)를 통해 도 26에 도시된 이동국으로 전송한다(제512 단계). 여기서, 기지국 신호 변환부(642)는 기지국 장기 정보 포맷부(미도시)로 구현될 수 있다. 여기서, 기지국 장기 정보 포맷부는 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력한 장기 정보를 포맷하고, 포맷한 결과를 출력단자 OUT2를 통해 안테나 어레이(536)로 출력한다. 이 때, 안테나 어레이(536)는 기지국 장기 정보 포맷부에서 포맷된 결과를 도 26에 도시된 이동국으로 전송한다.

이 때, 도 23에 도시된 제2 가중치 추출부(540)는 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 및/또는 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 장기 정보로서 입력할 수 있는 반면, 도 27에 도시된 제3 가중치 추출부(640)는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 및/또는 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$) 뿐만 아니라, 빔수(N_B) 및/또는 모드 신호(Mode)를 장기 정보로서 입력할 수 있다. 이를 제외하면, 제3 가중치 추출부(640)는 제2 가중치 추출부(540)와 동일한 역할을 수행한다. 즉, 제3 가중치 추출부(640)는 안테나 어레이(536)를 통해 수신한 제환 신호로부터 단기 정보를 복원하고, 복원된 단기 정보 및 기지국 장기 정보 결정부(542)에서 결정된 장기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들(w_1 , w_2 , ... 및 w_{ant})을 추출하고, 추출된 복수개의 가중치들(w_1 , w_2 , ... 및 w_{ant})을 승산부(532)로 출력한다.

이하, 도 21 또는 도 26에 도시된 제2 단기 정보 결정부(480)의 본 발명에 의한 실시예의 구성 및 동작을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 28은 도 21 또는 도 26에 도시된 제2 단기 정보 결정부(480)의 본 발명에 의한 실시예의 블록도로서, 제3 베이스 벡터 조합부(660), 수신 전력 계산부(662) 및 최대 전력 발견부(664)로 구성된다.

도 28에 도시된 수신 전력 계산부(662) 및 최대 전력 발견부(664)는 도 14에 도시된 수신 전력 계산부(282) 및 최대 전력 발견부(284)와 동일한 기능을 수행하므로, 그에 대한 상세한 설명은 생략한다. 이 때, 제3 베이스스 벡터 조합부(660)는 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 대신에 단위 베이스스 벡터들을 입력하는 것을 제외하면 제1 베이스스 벡터 조합부(280)와 동일한 기능을 수행한다. 따라서, 도 28에 도시된 제2 단계 정보 결정부(480)는 도 13에 도시된 실시예(44A)를 수행함을 알 수 있다.

예컨대, 도 28에 도시된 제3 베이스스 벡터 조합부(660)는 제3 또는 제4 계수 저장부(484 또는 620)로부터 입력단자 IN6을 통해 입력한 계수들을 이용하여 다음 수학식 14와 같이 표현되는 N_B 개의 단위 베이스스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$)로서 수신 전력 계산부(662)로 출력한다(제260 단계).

수학식 14

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \end{bmatrix}^T$$

여기서, 각 단위 베이스스 벡터에는 N_B 개의 성분들이 존재한다.

제260 단계후에, 수신 전력 계산부(662)는 제3 베이스스 벡터 조합부(660)로부터 입력한 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$) 각각과 도 21 또는 도 26에 도시된 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})을 승산하고, 승산된 결과에 놈(norm)의 제곱을 취한 수신 전력을 최대 전력 발견부(664)로 출력한다(제262 단계). 이 때, 도 28에 도시된 수신 전력 계산부(662)는 도 14에 도시된 바와 같이 B' 개의 수신 전력 계산기들(290, 292, ... 및 294)로 구현될 수도 있고, 수학식 15를 이용하면 달리 구현될 수도 있다.

수학식 15

$$\|H_{DL} w\|^2 = w^H H H^H w = w^H R w$$

이하, 수학식 15를 이용하여 달리 구현된 수신 전력 계산부(662)의 본 발명에 의한 실시예의 구성 및 동작을 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 29는 도 28에 도시된 수신 전력 계산부(662)의 실시예의 블록도로서, 하향 단계 시공 공분산 행렬 생성부(680), 서브(sub) 전력 계산기들(682, 684, 686, ... 및 688)로 구성된다.

제262 단계를 수행하기 위해, 수신 전력 계산부(662)의 하향 단계 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{ST}) 생성부(680)는 도 21 또는 도 26에 도시된 이동국 채널 특성 측정부(62)로부터 입력한 채널의 하향 특성(H_{DL})으로부터 하향 단계 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{ST})을 생성하고, 생성된 R_{DL}^{ST} 를 서브 전력 계산기들(682, 684, 686, ... 및 688)로 출력한다. 이 때, 서브 전력 계산기들(682, 684, 686, ... 및 688)은 R_{DL}^{ST} 를 가중치 벡터들($w_0 \sim w_{B-1}$) 및 가중치 벡터들을 공액 전치한 결과들($w_0^H \sim w_{B-1}^H$)과 승산하고, 승산된 결과를 출력단자 OUT3을 통해 최대 전력 발견부(664)로 출력한다.

제262 단계후에, 최대 전력 발견부(664)는 도 14에 도시된 최대 전력 발견부(284)와 동일하게 최대의 수신 전력에 해당하는 인덱스(b)를 찾는다(제264 단계).

이하, 도 19에 도시된 제452 단계에 대한 도 22에 도시된 실시예에서 제502 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(502A)를 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 30은 도 19에 도시된 제452 단계에 대한 도 22에 도시된 실시예에서 제502 단계에 대한 본 발명에 의한 일 실시예(502A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 복원한 단기 정보만을 이용하여 추출한 계수들과 장기 정보[($v_1 \sim v_{NB}$) 또는 ($v_1 \sim v_{NB}$ 및 $\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)]을 이용하여 가중치들을 구하는 단계(제700 ~ 제704 단계들)로 이루어진다.

제2 가중치 추출부(540)는 제502 단계를 수행하기 위해, 먼저, 안테나 어레이(536)를 통해 수신한 궤환 신호로부터 단기 정보를 복원한다(제700 단계). 제700 단계후에, 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖고 미리 결정된 테이블들중에서 복원된 단기 정보에 해당하는 계수들을 추출한다(제702 단계). 제702 단계후에, 추출된 계수들과 제500 단계에서 결정된 장기 정보[($v_1 \sim v_{NB}$) 또는 ($v_1 \sim v_{NB}$ 및 $\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)]를 이용하여 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)을 구한다(제704 단계). 여기서, 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)이 수학식 10에 의해 구해질 경우, 장기 정보는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)이고, 복수개의 가중치들이 수학식 11에 의해 구해질 경우, 장기 정보는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 및 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 의미한다.

이하, 도 24에 도시된 제602 단계에 대한 도 22에 도시된 실시예에서 제502 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(502B)를 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 31은 도 24에 도시된 제602 단계에 대한 도 22에 도시된 실시예에서 제502 단계에 대한 본 발명에 의한 다른 실시예(502B)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 복원한 단기 정보와 결정된 장기 정보를 이용하여 추출한 계수들과 장기 정보를 이용하여 가중치들을 구하는 단계(제710 ~ 제714 단계들)로 이루어진다.

제3 가중치 추출부(640)는 제502 단계를 수행하기 위해, 먼저, 안테나 어레이(536)를 통해 수신한 궤환 신호로부터 단기 정보를 복원한다(제710 단계). 제710 단계후에, 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖고 장기 정보[빔수(N_B) 및/또는 모드 신호(Mode)]별로 미리 결정된 테이블들중에서 단기 정보 및 제500 단계에서 결정된 장기 정보[빔수(N_B) 및/또는 모드 신호(Mode)]에 해당하는 계수들을 추출한다(제712 단계). 제712 단계후에, 추출된 계수들과 제500 단계에서 결정된 장기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들을 구한다(제714 단계). 여기서, 장기 정보는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 빔수(N_B)이거나, 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 빔수(N_B)와 모드 신호(Mode)이거나, 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 빔수(N_B)와 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)이거나, 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 빔수(N_B)와 모드 신호(Mode)와 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)이 될 수 있다.

이하, 도 30 또는 도 31에 도시된 실시예들(502A 및 502B)을 수행하는 도 23 또는 도 27에 도시된 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)의 본 발명에 의한 실시예의 구성 및 동작을 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 32는 도 30 또는 도 31에 도시된 실시예(502A 또는 502B)를 수행하기 위한 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)의 본 발명에 의한 실시예의 블록도로서, 제3 정보 복원부(730), 제5 계수 저장부(732) 및 제4 베이스 벡터 조합부(734)로 구성된다.

도 32에 도시된 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)의 제3 정보 복원부(730)는 안테나 어레이(536)를 통해 수신하고 입력단자 IN7을 통해 입력한 궤환 신호로부터 단기 정보(b)를 복원하고, 복원된 단기 정보(b)를 제5 계수 저장부(732)로 출력한다(제700 또는 제710 단계).

제700 단계후에, 제5 계수 저장부(732)는 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블을 미리 결정하여 저장하고, 제3 정보 복원부(730)로부터 입력한 단기 정보(b)에 해당하는 계수들을 추출하고, 추출된 계수들을 제4 베이스 벡터 조합부(734)로 출력한다(제702 단계).

또는, 제710 단계후에, 제5 계수 저장부(732)는 조합되는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블들을 장기 정보 예를 들면 빔수(N_B) 및/또는 조합 모드별로 미리 결정하여 저장하고, 제3 정보 복원부(730)로부터 입력한 단기 정보 및 입력단자 IN8을 통해 입력한 장기 정보에 포함되는 빔수(N_B) 및/또는 모드 신호(Mode)에 응답하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에서 추출한 계수들을 제4 베이스 벡터 조합부(734)로 출력한다(제712 단계).

제702 또는 제712 단계후에, 제4 베이스 벡터 조합부(734)는 제5 계수 저장부(732)로부터 입력한 계수들과 도 23 또는 도 27에 도시된 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력단자 IN9를 통해 입력한 장기 정보를 조합하고, 조합된 결과들을 복수개의 가중치들($w_1 \sim w_{ant}$)로서 송신부(532)로 출력한다(제704 또는 제714 단계). 여기서, 입력단자 IN9를 통해 입력되는 장기 정보는, 가중치가 수학식 10에 의해 구해질 경우 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)이고, 가중치가 수학식 11에 의해 구해질 경우, 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 및 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)들이다.

이하, 도 22에 도시된 제500 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(500A) 및 그 실시예(500A)를 수행하는 도 23 또는 도 27에 도시된 본 발명에 의한 기지국 장기 정보 결정부(542)의 실시예의 구성 및 동작을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 33은 도 22에 도시된 제500 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(500A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 측정된 상향 특성(H_{UL})으로부터 생성한 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})을 하향 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})로 변환하는 단계(제750 ~ 제754 단계들) 및 변환된 하향 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})로부터 장기 정보를 생성하는 단계(제756 단계)로 이루어진다.

도 34는 도 33에 도시된 실시예(500A)를 수행하기 위한 본 발명에 의한 기지국 장기 정보 결정부(542)의 실시예의 블록도로서, 기지국 채널 특성 측정부(780), 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT}) 생성부(782), 채널 정보 변환부(784) 및 장기 정보 생성부(786)로 구성된다.

도 34에 도시된 기지국 채널 특성 측정부(780)는 도 21 또는 도 26에 도시된 이동국으로부터 전송되고 안테나 어레이(536)를 통해 수신된 신호를 입력단자 IN10을 통해 입력하고, 입력한 신호로부터 안테나별 채널의 상향 특성(H_{UL})을 측정하고, 측정된 상향 특성(H_{UL})을 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT}) 생성부(782)로 출력한다(제750 단계). 여기서, 기지국 채널 특성 측정부(780)의 동작 원리와 이동국 채널 특성 측정부(62)의 동작 원리는 동일하다.

제750 단계후에, 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT}) 생성부(782)는 기지국 채널 특성 측정부(780)에서 측정된 상향 특성(H_{UL})으로부터 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})을 생성하고, 생성된 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})을 채널 정보 변환부(784)로 출력한다(제752 단계). 여기서, 상향 특성(H_{UL})과 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})은 다음 수학식 16과 같은 관계를 갖는다.

수학식 16

$$R_{UL}^{LT} = \sum R_{UL}^{ST} = \sum H_{UL} H_{UL}^H$$

제752 단계후에, 채널 정보 변환부(784)는 상향 장기 시공 공분산 행렬부(782)에서 생성된 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})을 하향 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})로 변환하고, 변환된 하향 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})을 장기 정보 생성부(786)로 출력한다(제754 단계). 여기서, 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})을 하향 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})로 변환하는 과정은 "Smart Antennas for Wireless Communications: IS-95 and Third Generation CDMA Applications"라는 제목으로 'J. C. Liberti', 'Jr., & Theodore S. Rappaport'의 해 저술되고 1999년도에 Prentice Hall 출판사에 의해 출간되었으며 코드 번호 ISBN 0-13-719287-8를 갖는 책에 개시되어 있다.

제754 단계후에, 장기 정보 생성부(786)는 전술한 고유 분석법을 통해, 채널 정보 변환부(784)로부터 입력한 하향 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})로부터 장기 정보 예를 들면, 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)과 빔수(N_B)와 모드 신호(Mode)들중 적어도 하나와 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 생성하고, 생성된 장기 정보를 출력단자 OUT5를 통해 출력한다(제756 단계).

한편, 도 34에 도시된 장기 정보 생성부(786)는 고유 분석법을 통해 자체에서 생성한 장기 정보 및/또는 기지국 채널 특성 측정부(780)로부터 입력한 상향 특성(H_{UL})을 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성하는 제2 모드 신호 생성부(미도시)를 마련할 수 있다.

이하, 장기 정보 생성부(786)의 내부에 마련되는 제2 모드 신호 생성부의 본 발명에 의한 실시예들에 대해 다음과 같이 설명한다.

본 발명의 일 실시예에 의하면, 제2 모드 신호 생성부는 도 8에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126A)와 동일하게 구현될 수 있다. 이 경우, R_{DL}^{ST} 계산부(160)는 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})로부터 상향 단기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{ST})을 계산하고, 계산된 상향 단기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{ST})을 기대값 계산부(162)로 출력한다. 여기서, 상향 장기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{LT})과 상향 단기 시공 공분산 행렬(R_{UL}^{ST})을 전술한 수학식 16과 같은 관계를 이용하여 구한다.

이 때, 제2 모드 신호 생성부의 기대값 계산부(162)는 장기 정보에 포함되는 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 입력단자 IN11을 통해 도 32에 도시된 제5 계수 저장부(732)로부터 입력한 계수들을 이용하여, 도 7에 도시된 전술한 제140 단계에서와 같이 기대값들(E^{SL} 및 E^{EG})을 계산한다. 이를 위해, 도 32에 도시된 제5 계수 저장부(732)는 추출한 계수들을 출력단자 OUT4를 통해 장기 정보 생성부(786)에 마련되는 제2 모드 신호 생성부의 기대값 계산부(162)로 출력한다. 이 때, 제1 비교부(164)는 계산된 기대값들(E^{SL} 및 E^{EG})을 도 7에 도시된 바와 같이 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성한다.

본 발명의 다른 실시예에 의하면, 제2 모드 신호 생성부는 도 10에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126B)와 동일하게 구현되어 도 9를 수행할 수 있다. 이 경우, 위치각 계산부(200)는 기지국 채널 특성 측정부(780)로부터 입력한 채널의 상향 특성(H_{UL})으로부터 도 26에 도시된 이동국의 위치각들을 계산하여 제2 비교부(202)로 출력하고, 제2 비교부(202)는 인접한 위치각들간의 차이와 제2 임계값(V_{th2})을 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 모드 신호(Mode)를 발생한다.

본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 제2 모드 신호 생성부는 도 12에 도시된 제1 모드 신호 생성부(126C)와 동일하게 구현되어 도 11을 수행할 수 있다. 이 경우, 퍼짐 정도 계산부(240)는 기지국 채널 특성 측정부(780)로부터 입력한 채널의 상향 특성(H_{UL})으로부터 이동국의 위치각들의 퍼짐 정도들을 계산하여 제3 비교부(242)로 출력하고, 제3 비교부(242)는 퍼짐 정도들의 평균값을 제3 임계값(V_{th3})과 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 모드 신호(Mode)를 발생한다.

본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 제2 모드 신호 생성부는 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성할 수도 있다. 이하, 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성하는 본 발명에 의한 제2 모드 신호 생성부의 실시예의 구성 및 동작과 그의 실시예에서 모드 신호(Mode)를 생성하는 과정을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 35는 도 34에 도시된 장기 정보 생성부(786)가 마련하는 제2 모드 신호 생성부에서 장기 정보에 포함되는 모드 신호(Mode)를 생성하는 과정을 설명하기 위한 본 발명에 의한 플로우차트로서, 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)간의 차이를 이용하여 모드 신호(Mode)를 생성하는 단계(제800 ~ 제806 단계들)로 이루어진다.

도 36는 도 35에 도시된 모드 신호(Mode)를 생성하는 과정을 수행하는 제2 모드 신호 생성부(미도시)의 본 발명에 의한 실시예의 블럭도로서, 제4 비교부(810)로 구성된다.

먼저, 도 34에 도시된 장기 정보 생성부(786)는 고유 분석법을 통해 장기 시공 공분산 행렬(R_{DL}^{LT})로부터 자체적으로 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 생성하고, 생성된 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 장기 정보에 포함시킨다. 이 때, 도 36에 도시된 제4 비교부(810)는 장기 정보에 포함되는 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)중에서 첫 번째로 큰 고유값(λ_{max1})과 두 번째로 큰 고유값(λ_{max2})간의 차이를 제4 임계값(V_{th4})과 비교하고, 비교된 결과를 모드 신호(Mode)로서 출력한다. 예컨대, 제4 비교부(810)는 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)중에서 첫 번째로 큰 고유값(λ_{max1})과 두 번째로 큰 고유값(λ_{max2})간의 차이를 구한다(제800 단계). 제800 단계후에, 그 고유값들(λ_{max1} 및 λ_{max2})간의 차이가 제4 임계값(V_{th4})보다 적은가를 판단한다(제802 단계).

만일, 차이가 제4 임계값(V_{th4})보다 적은 것으로 판단되면, 선택 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성한다(제804 단계). 그러나, 차이가 제4 임계값(V_{th4})보다 적지 않은 것으로 판단되면, 등가 이득 조합 모드를 나타내는 모드 신호(Mode)를 생성한다(제806 단계). 전술한 제2, 제3 및 제4 임계값들(V_{th2} , V_{th3} 및 V_{th4})은 실험적으로 결정된다.

이하, 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스스 파일럿트 생성부(538)의 본 발명에 의한 실시예들 각각의 구성 및 동작을 첨부한 도면을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 37은 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스스 파일럿트 생성부(538)의 본 발명에 의한 실시예(538A)의 블록도로서, 빔수(N_B)개의 승산부들(830, 832, ... 및 834) 및 가산부(836)로 구성된다.

본 발명의 실시예에 의하면, 도 37에 도시된 베이스스 파일럿트 생성부(538A)는 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력단자 IN4를 통해 입력한 유효한 베이스스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 수인 빔수(N_B) 만큼의 파일럿트 채널 신호들[$P_1(k) \sim P_{NB}(k)$]과 유효한 베이스스 벡터들(v_1, v_2, \dots 및 v_{NB})을 승산하고, 승산된 결과들을 가산하며, 가산된 결과를 베이스스 파일럿트 신호들[$u_1(k) \sim u_{ant}(k)$]로서 가산부(534)로 출력한다. 이를 위해, 베이스스 파일럿트 생성부(538A)의 승산부들(830, 832, ... 및 834)은 빔수(N_B) 만큼의 파일럿트 채널 신호들[$P_1(k) \sim P_{NB}(k)$]과 입력단자 IN4를 통해 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력한 유효한 베이스스 벡터들(v_1, v_2, \dots 및 v_{NB})을 승산하고, 승산된 결과를 가산부(836)로 출력한다. 여기서, 각 승산부(830, 832, ... 또는 834)는 ant개의 승산기들을 마련한다. 예컨대, 승산부(830)는 첫 번째 파일럿트 채널 신호[$P_1(k)$]와 첫 번째 유효한 베이스스 벡터(v_1)의 각 성분($v_{11}, v_{12}, v_{13}, \dots$ 및 v_{1a} nt)을 승산하고, 승산된 결과를 가산부(836)로 출력하는 ant개의 승산기들(840, 842, 844, ... 및 846)을 마련한다. 승산부(832)는 두 번째 파일럿트 채널 신호[$P_2(k)$]와 두 번째 유효한 베이스스 벡터(v_2)의 각 성분($v_{21}, v_{22}, v_{23}, \dots$ 및 v_{2a} nt)을 승산하고, 승산된 결과를 가산부(836)로 출력하는 ant개의 승산기들(850, 852, 854, ... 및 856)을 마련한다. 이와 비슷하게, 승산부(834)는 세 번째 파일럿트 채널 신호[$P_3(k)$]와 세 번째 유효한 베이스스 벡터(v_3)의 각 성분($v_{31}, v_{32}, v_{33}, \dots$ 및 v_{3a} nt)을 승산하고, 승산된 결과를 가산부(836)로 출력하는 ant개의 승산기들(860, 862, 864, ... 및 866)을 마련한다.

이 때, 가산부(836)는 승산부들(830, 832, ... 및 834)에서 승산된 결과들을 안테나별로 가산하고, 가산된 결과들을 베이스스 파일럿트 신호들[$u_1(k) \sim u_{ant}(k)$]로서 도 23 또는 도 27에 도시된 가산부(534)로 출력한다. 이를 위해, 가산부(836)는 ant개의 가산기들(870, 872, 874, ... 및 876)을 마련한다. 여기서, 가산기(870)는 승산부들(830, 832, ... 및 834) 각각의 첫 번째 승산기들(840, 850, ... 및 860)에서 승산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 첫 번째 베이스스 파일럿트 신호[$u_1(k)$]로서 가산기(560)로 출력한다. 이 때, 가산기(872)는 승산부들(830, 832, ... 및 834) 각각의 두 번째 승산기들(842, 852, ... 및 862)에서 승산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 두 번째 베이스스 파일럿트 신호[$u_2(k)$]로서 가산기(562)로 출력한다. 이와 비슷하게, 가산기(876)는 승산부들(830, 832, ... 및 834) 각각의 ant번째 승산기들(846, 856, ... 및 866)에서 승산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 ant번째 베이스스 파일럿트 신호[$u_{ant}(k)$]로서 가산기(566)로 출력한다.

도 38은 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스스 파일럿트 생성부(538)의 본 발명에 의한 다른 실시예를 설명하기 위한 블록도로서, 바이패스부(900), 제1, 제2, ... 및 제 $N_B - 1$ 크기 조정기들(902, 904, ... 및 906)로 구성된다.

본 발명의 다른 실시예에 의하면, 베이스스 파일럿트 생성부(538)는 도 23 또는 도 27에 도시된 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력단자 IN4를 통해 입력한 유효한 베이스스 벡터들(v_1, v_2, \dots 및 v_{NB})의 크기를 조정하고, 빔수(N_B) 만큼의 파일럿트 신호들[$P_1(k) \sim P_{ant}(k)$]과 조정된 크기를 갖는 유효한 베이스스 벡터들(v'_1, v'_2, \dots 및 v'_{NB})을 승산하고, 승산된 결과들을 가산하며, 가산된 결과를 베이스스 파일럿트 신호들[$u_1(k) \sim u_{ant}(k)$]로서 가산부(534)로 출력한다.

이를 위해, 도 37에 도시된 베이스스 파일럿트 생성부(538A)는 도 38에 도시된 바이패스부(900), 제1, 제2, ... 및 제 $N_B - 1$ 크기 조정기들(902, 904, ... 및 906)를 더 마련할 수 있다.

도 38에 도시된 바이패스부(900)는 첫 번째의 유효한 베이스 벡터(v_1) 자체를 조정된 크기를 갖는 첫 번째 유효한 베이스 벡터(v'_1)로서 도 37에 도시된 승산부(830)로 바이패스시킨다. 이 때, 제1 크기 조정기(902)는 제2 고유값(λ_2)으로부터 제1 고유값(λ_1)을 제산하고, 제산된 결과(λ_2/λ_1)를 두 번째 유효한 베이스 벡터(v_2)에 승산하고, 승산된 결과($\lambda_2 v_2/\lambda_1$)를 조정된 크기를 갖는 두 번째 유효한 베이스 벡터(v'_2)로서 승산부(832)로 유효한 베이스 벡터(v_2) 대신에 입력시킨다. 이와 비슷하게, 제 $N_B - 1$ 크기 조정기(906)는 제 N_B 고유값(λ_{NB})으로부터 제1 고유값(λ_1)을 제산하고, 제산된 결과(λ_{NB}/λ_1)를 N_B 번째 유효한 베이스 벡터(v_{NB})에 승산하고, 승산된 결과($\lambda_{NB} v_{NB}/\lambda_1$)를 조정된 크기를 갖는 N_B 번째 유효한 베이스 벡터(v_{NB})로서 승산부(834)로 유효한 베이스 벡터(v_{NB}) 대신에 입력시킨다.

이하, 장기 정보를 이동국(20, 22, ... 또는 24) 대신에 기지국(10)에서 결정하는 도 19 ~ 도 38에 도시된 본 발명에 의한 이동 통신 장치 및 방법의 동작례를 다음과 같이 설명한다.

첫 번째로, 빔수(N_B)가 고정되어 있고 모드 신호(Mode)가 장기 정보로서 결정되지 않았다고 가정한다. 즉, 기지국에서 결정된 장기 정보가 이동국으로 전송되지 않았다고 가정한다. 이 경우, 도 21에 도시된 이동국 및 도 23에 도시된 기지국이 이용될 수 있다.

도 21에 도시된 제3 계수 저장부(484) 및 도 32에 도시된 제5 계수 저장부(732) 각각은 고정된 빔수(N_B) 및 고정된 조합 모드에 해당하는 하나의 테이블 예를 들면, 표 1 ~ 표 5들중 하나를 저장한다. 이 때, 도 34에 도시된 기지국 장기 정보 결정부(542A)의 장기 정보 생성부(786)는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 장기 정보로서 결정하거나, 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 장기 정보로서 결정하여 출력단자 OUT5를 통해 제2 가중치 추출부(540)의 제4 베이스 벡터 조합부(734)로 출력한다.

예를 들면, 빔수(N_B)가 2로 고정되어 있고 모드 신호(Mode)가 장기 정보로서 결정되지 않았으며, 제4 및 제5 계수 저장부들(484 및 732)은 등가 이득 조합 모드에 해당하며 빔수(N_B)가 2에 해당하는 테이블을 저장할 경우, 도 28에 도시된 제2 단계 정보 결정부의 제3 베이스 벡터 조합부(660)는 두 개의 단위 베이스 벡터들($[10]^T$ 및 $[01]^T$)을 입력하여 네 개의 가중치 벡터들($w_0 \sim w_3$)을 출력한다. 이 때, 도 37에 도시된 베이스 벡터 파일럿 생성부(538)는 두 개의 유효한 베이스 벡터들(v_1 및 v_2)과 두 개의 파일럿 채널 신호들($P_1(k)$ 및 $P_2(k)$)을 입력하여 ant 개의 베이스 벡터 파일럿 신호들($u_1(k) \sim u_{ant}(k)$)을 생성한다.

두 번째로, 기지국에서 결정된 장기 정보가 이동국으로 전송되었다고 가정한다. 즉, 빔수(N_B)는 고정되고 모드 신호(Mode)가 발생되거나, 빔수(N_B)가 고정되지 않고 모드 신호(Mode)가 발생되거나, 빔수(N_B)가 고정되지 않고 모드 신호(Mode)가 발생되지 않는다고 가정한다. 이 경우, 도 26에 도시된 이동국과 도 27에 도시된 기지국이 이용될 수 있다.

예를 들면, 빔수(N_B)가 고정되어 있지 않거나 모드 신호(Mode)가 발생될 경우, 도 26에 도시된 제2 정보 복원부(622)는 장기 정보로서 빔수(N_B) 또는 모드 신호(Mode)를 복원해내고, 제4 계수 저장부(620)는 빔수(N_B)별 또는 조합 모드별로 미리 결정하여 저장한 테이블들중에서 빔수(N_B) 또는 모드 신호(Mode)에 응답하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에 저장된 계수들을 제2 단계 정보 결정부(480)로 출력한다. 이 때, 도 27에 도시된 기지국 장기 정보 결정부(542)의 장기 정보 생성부(786)는 빔수(N_B) 또는 모드 신호(Mode)를 장기 정보로서 결정하여 기지국 신호 변환부(642)와 어레이 안테나(536)을 통해 도 26에 도시된 이동국으로 전송할 뿐만 아니라 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)중 하나와 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 장기 정보로서 제3 가중치 추출부(640)로 출력한다. 이 때, 도 32에 도시된 제3 가중치 추출부(640)의 제5 계수 저장부(732)는 빔수(N_B)별 또는 조합 모드별로 미리 결정하여 저장한 테이블들중에서 입력단자 IN8을 통해 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력한 빔수(N_B) 또는 모드 신호(Mode)에 응답하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에서 해당하는 계수들을 제4 베이스 벡터 조합부(734)로 출력한다.

다른 예를 들면, 빔수(N_B)가 고정되어 있지 않고 모드 신호(Mode)가 발생될 경우, 도 26에 도시된 제2 정보 복원부(622)는 도 27에 도시된 기지국으로부터 전송되고 안테나 어레이(536)를 통해 수신된 신호로부터 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)를 갖는 장기 정보를 복원해내고, 제4 계수 저장부(620)는 빔수(N_B) 및 조합 모드별로 미리 결정된 테이블들중에서 제2 정보 복원부(622)에서 복원된 장기 정보에 포함된 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)에 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에 저장된 계수들을 추출하여 제2 단기 정보 결정부(480)로 출력한다. 이 때, 도 27에 도시된 기지국의 기지국 장기 정보 결정부(542)의 장기 정보 생성부(786)는 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)를 장기 정보로서 결정하고, 결정된 장기 정보를 기지국 신호 변환부(642)와 안테나 어레이(536)를 통해 도 26에 도시된 이동국으로 전송할 뿐만 아니라 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$), 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)를 장기 정보로서 제3 가중치 추출부(640)로 출력한다. 따라서, 도 32에 도시된 제3 가중치 추출부(640)의 제5 계수 저장부(732)는 빔수(N_B) 및 조합 모드별로 저장한 테이블들중에서 입력단자 IN8을 통해 입력한 빔수(N_B) 및 모드 신호(Mode)에 응답하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 테이블에 저장된 계수들을 제4 베이스 벡터 조합부(734)로 출력한다.

세 번째로, 기지국에서 추출되는 가중치가 수학식 10 또는 수학식 11에 의해 결정될 경우, 도 21 및 도 23에 도시된 이동국 및 기지국이 사용되거나 도 26 및 도 27에 도시된 이동국 및 기지국이 사용될 수 있다.

예를 들면, 기지국에서 추출되는 가중치가 수학식 10에 의해 결정될 경우, 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스 파일럿 생성부(538)는 도 37에 도시된 베이스 파일럿 생성부(538A)로 실시될 수 있고, 기지국 장기 정보 결정부(542)의 장기 정보 생성부(786)는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 장기 정보로서 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)로 출력한다. 이 때, 도 32에 도시된 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)의 제4 베이스 벡터 조합부(734)는 입력단자 IN9를 통해 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력한 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 이용하여 수학식 10에서와 같이 가중치들을 구한다.

다른 예를 들면, 기지국에서 추출되는 가중치가 수학식 11에 의해 결정될 경우, 도 23 또는 도 27에 도시된 베이스 파일럿 생성부(538)는 도 37에 도시된 베이스 파일럿 생성부(538A) 및 도 38에 도시된 회로를 모두 마련한다. 즉, 도 38에 도시된 바이패스부(900), 제1 ~ 제 $N_B - 1$ 크기 조정기들(902 ~ 906)에 의해 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)의 크기가 조정되고, 도 37에 도시된 베이스 파일럿 생성부(538A)의 승산부들(830, 832,... 및 834)은 조정된 크기를 갖는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)을 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 대신에 입력한다. 이 때, 기지국 장기 정보 결정부(542)의 장기 정보 생성부(786)는 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$)과 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 장기 정보로서 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)로 출력한다. 이 때, 도 32에 도시된 제2 또는 제3 가중치 추출부(540 또는 640)의 제4 베이스 벡터 조합부(734)는 입력단자 IN9를 통해 기지국 장기 정보 결정부(542)로부터 입력한 유효한 베이스 벡터들($v_1 \sim v_{NB}$) 및 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{ant}$)을 이용하여 수학식 11에서와 같이 가중치들을 구한다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법은 시공간 채널의 상관 특성을 반영한 베이스 벡터들을 사용하여 안테나 어레이(326)의 안테나들간에 존재하는 상관값에 따른 궤환 정보량을 최소화시키므로 안테나 어레이(326)에 안테나가 많은 경우에도 이동국의 이동 속도가 증가함에 따른 성능 열화를 감소시킬 수 있고, 이동국에서 요구되는 수신 신호 대 잡음비를 현저하게 낮출 수 있고, 채널의 장기 및 단기 특성들을 잘 조화시켜 정보를 궤환시키므로 궤환 대역폭을 효율적으로 사용하여 동일한 대역폭에 많은 사용자를 수용할 수 있고, 다이버시티 효과와 빔포밍 효과를 채널 특성에 맞추어 극대화시킬 수 있는, 한편, 장기 정보가 이동국에서 결정되지 않고 기지국에서 결정될 경우 이동국을 소형화시킬 수 있고 이동국의 전력 소모를 줄일 수 있으며, 기지국 대신에 이동국에서 장기 정보를 결정하여 통신 성능을 향상시킬 수도 있는 효과를 갖는다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 이동 통신 장치에 있어서,

상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 장기 정보 및 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 이동국; 및

상기 궤환 신호를 수신하고, 수신한 상기 궤환 신호로부터 복원한 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들에 파일럿 채널 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 기지국을 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 2.

제1 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성을 출력하는 이동국 채널 특성 측정부;

상기 채널의 하향 특성으로부터 베이스스 벡터들과 고유값들을 생성하고, 상기 베이스스 벡터들중 유효한 벡터들의 수인 빔수를 상기 고유값들로부터 계산하고, 유효한 상기 베이스스 벡터들 및 상기 빔수를 상기 장기 정보로서 출력하는 이동국 장기 정보 결정부;

조합되는 유효한 상기 베이스스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 각 테이블을 상기 빔수별로 미리 결정하여 저장하고, 상기 이동국 장기 정보 결정부로부터 입력한 상기 빔수에 응답하여 해당하는 테이블에 저장된 계수들을 출력하는 제1 계수 저장부;

상기 제1 계수 저장부로부터 출력되는 상기 계수들과 유효한 상기 베이스스 벡터들로부터 가중치 벡터들을 구하고, 상기 가중치 벡터들과 상기 채널의 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 상기 인덱스를 결정하여 상기 단기 정보로서 출력하는 제1 단기 정보 결정부; 및

결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 상기 궤환 신호로 변환하는 이동국 신호 변환부를 구비하고,

상기 가중치 벡터는 상기 유효한 상기 베이스스 벡터와 상기 계수들의 조합으로 표현되고, 상기 단기 정보인 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 3.

제2 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 제1 계수 저장부로부터 출력되는 계수들을 모드 신호에 상응하여 선택적으로 출력하는 제1 선택부를 더 구비하고,

상기 이동국 장기 정보 결정부는 유효한 상기 베이스스 벡터들의 조합 모드를 나타내는 상기 모드 신호를 상기 채널의 하향 특성으로부터 생성하고, 상기 장기 정보는 상기 모드 신호를 포함하고, 상기 제1 계수 저장부는 상기 각 테이블을 상기 빔수별 및 상기 조합 모드별로 미리 결정하여 저장하고, 상기 제1 단기 정보 결정부는 상기 제1 선택부로부터 출력되는 상기 계수들과 유효한 상기 베이스스 벡터들로부터 상기 가중치들을 구하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 4.

제2 항 또는 제3 항에 있어서, 상기 이동국 장기 정보 결정부는 상기 고유값들은 상기 장기 정보에 포함시켜 상기 이동국 신호 변환부로 출력하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 5.

제4 항에 있어서, 상기 이동국 신호 변환부는

상기 이동국 장기 정보 결정부로부터 입력한 상기 장기 정보를 포맷하고, 포맷한 결과를 출력하는 이동국 장기 정보 포맷부;

상기 제1 단기 정보 결정부로부터 입력한 상기 단기 정보를 포맷하고, 포맷한 결과를 출력하는 이동국 단기 정보 포맷부; 및

상기 이동국 장기 정보 포맷부로부터 입력한 포맷된 결과와 상기 이동국 단기 정보 포맷부로부터 입력한 포맷된 결과를 시분할 다중화하고, 시분할 다중화한 결과를 상기 궤환 신호로서 출력하는 시 분할 다중화부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 6.

제4 항에 있어서, 상기 기지국은

상기 안테나 어레이를 통해 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 복원하고, 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 상기 복수개의 가중치들을 추출하고, 추출된 상기 복수개의 가중치들을 출력하는 제1 가중치 추출부;

전용 물리 채널 신호를 다중화하고, 상기 다중화한 결과를 출력하는 다중화부;

상기 다중화부로부터 입력한 상기 다중화한 결과를 상기 제1 가중치 추출부로부터 입력한 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들을 출력하는 승산부; 및

상기 승산부로부터 입력한 상기 승산된 결과들에 상기 파일럿 채널 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 출력하는 가산부를 구비하고,

상기 가산부에서 가산된 결과들은 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 7.

제3 항에 있어서, 상기 이동국 장기 정보 결정부는

상기 채널의 하향 특성으로부터 상기 고유 분석법을 통해 상기 베이스 벡터들과 상기 고유값들을 생성하는 고유 분석부;

제1 임계값을 초과하는 상기 고유값들의 수를 카운팅하고, 카운팅된 결과를 상기 빙수로서 출력하는 빙수 계산부; 및

상기 고유 분석부로부터 입력한 상기 베이스 벡터들중에서 상기 빙수 만큼의 유효한 상기 베이스 벡터들을 선택하여 출력하는 제2 선택부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 8.

제7 항에 있어서, 상기 이동국 장기 정보 결정부는

상기 채널의 하향 특성을 이용하여 상기 모드 신호를 생성하는 제1 모드 신호 생성부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 9.

제8 항에 있어서, 상기 제1 모드 신호 생성부는

상기 채널의 하향 특성으로부터 하향 단기 시공 공분산 행렬을 계산하는 하향 단기 시공 공분산 행렬 계산부;

상기 하향 단기 시공 공분산 행렬, 상기 제1 계수 저장부로부터 입력한 상기 계수들 및 유효한 상기 베이스스 벡터들을 아래와 같이 이용하여 상기 기대값들(E^{SL} 및 E^{EG})을 계산하는 기대값 계산부; 및

$$E^{SL} = E[w_{DL}^H R_{DL}^{ST} w_{DL}], \quad E^{EG} = E[w_{UL}^H R_{UL}^{ST} w_{UL}]$$

[여기서, R_{DL}^{ST} 는 상기 하향 단기 시공 공분산 행렬을 나타내고, $w_{DL} = \sum_{b=1}^{N_B} a_1^s(b) v_1$ (여기서, v_1 는 유효한 상기 베이스스 벡터를 나타내고, b 는 상기 인덱스를 나타내고, N_B 는 상기 빔수 N_B 를 나타내고, $a_1^s(b)$ 는 상기 제1 계수 저장부로부터 입력한 계수들중 선택 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.), $w_{UL} = \sum_{b=1}^{N_B} a_1^e(b) v_1$ (여기서, $a_1^e(b)$ 는 상기 제1 계수 저장부로부터 입력한 계수들중 등가 이득 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.), w_s^H 는 w_s 의 공액 전치 행렬을 나타내고, w_e^H 는 w_e 의 공액 전치 행렬을 나타낸다.]

상기 기대값들을 비교하고, 비교된 결과에 응답하여 상기 모드 신호를 생성하는 제1 비교부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 10.

제8 항에 있어서, 상기 제1 모드 신호 생성부는

상기 채널의 하향 특성으로부터 상기 이동국의 위치각들을 계산하는 위치각 계산부; 및

인접한 상기 위치각들간의 차이와 제2 임계값을 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 상기 모드 신호를 발생하는 제2 비교부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 11.

제8 항에 있어서, 상기 제1 모드 신호 생성부는

상기 채널의 하향 특성으로부터 상기 이동국의 위치각들의 퍼짐 정도들을 계산하는 퍼짐 정도 계산부; 및

상기 퍼짐 정도들의 평균값을 제3 임계값과 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 상기 모드 신호를 발생하는 제3 비교부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 12.

제2 항에 있어서, 상기 제1 단기 정보 결정부는

상기 제1 계수 저장부로부터 출력되는 상기 계수들을 이용하여 유효한 상기 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 가중치 벡터들로서 출력하는 제1 베이스 벡터 조합부;

상기 제1 베이스 벡터 조합부로부터 입력한 상기 가중치 벡터들 각각과 상기 채널의 하향 특성을 승산하고, 승산된 결과에 놈(norm)의 제곱을 취하여 수신 전력으로서 출력하는 수신 전력 계산부; 및

상기 수신 전력 계산부로부터 입력한 상기 수신 전력들중 가장 큰 값을 상기 최대 수신 전력으로서 찾고, 상기 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 상기 가중치 벡터를 구할 때 사용된 상기 계수들이 위치한 상기 인덱스를 상기 단기 정보로서 출력하는 최대 전력 발견부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 13.

제3 항에 있어서, 상기 제1 단기 정보 결정부는

상기 제1 선택부로부터 입력한 상기 계수들을 이용하여 유효한 상기 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 가중치 벡터들로서 출력하는 제1 베이스 벡터 조합부;

상기 제1 베이스 벡터 조합부로부터 입력한 상기 가중치 벡터들 각각과 상기 채널의 하향 특성을 승산하고, 승산된 결과에 놈(norm)의 제곱을 취하여 수신 전력으로서 출력하는 수신 전력 계산부; 및

상기 수신 전력 계산부로부터 입력한 상기 수신 전력들중 가장 큰 값을 상기 최대 수신 전력으로서 찾고, 상기 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 상기 가중치 벡터를 구할 때 사용된 상기 계수들이 위치한 상기 인덱스를 상기 단기 정보로서 출력하는 최대 전력 발견부를 구비하고,

상기 단기 정보인 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 14.

제6 항에 있어서, 상기 제1 가중치 추출부는

수신한 상기 복원 신호로부터 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 복원하고, 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 출력하는 제1 정보 복원부;

조합된 유효한 상기 베이스 벡터들의 계수들을 상기 인덱스별로 달리 갖는 테이블들을 상기 빔수별로 미리 결정하여 저장하고, 상기 장기 정보에 포함된 상기 빔수에 응답하여 선택된 테이블에서 상기 단기 정보에 응답하여 계수들을 추출하는 제2 계수 저장부; 및

상기 제2 계수 저장부로부터 입력한 계수들을 이용하여 상기 복원된 장기 정보에 포함된 유효한 상기 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 복수개의 가중치들로서 상기 승산부로 출력하는 제2 베이스 벡터 조합부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 15.

제14 항에 있어서, 상기 제2 계수 저장부는 조합된 유효한 상기 베이스 벡터들의 계수들을 상기 인덱스별로 달리 갖는 테이블들을 상기 빔수별 및 상기 조합 모드별로 미리 결정하여 저장하고, 상기 복원된 장기 정보에 포함된 상기 빔수 및 상기 모드 신호에 응답하여 선택된 테이블에서 상기 단기 정보에 응답하여 계수들을 추출하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 16.

제14 항에 있어서, 상기 제2 베이스 벡터 조합부는 상기 제2 계수 저장부로부터 입력한 계수들과 상기 장기 정보에 포함된 상기 고유값들을 이용하여 상기 장기 정보에 포함된 상기 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 복수개의 가중치들로서 상기 송신부로 출력하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 17.

제15 항에 있어서, 상기 제2 베이스 벡터 조합부는 상기 제2 계수 저장부로부터 입력한 계수들과 상기 장기 정보에 포함된 상기 고유값들을 이용하여 상기 장기 정보에 포함된 상기 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 복수개의 가중치들로서 상기 송신부로 출력하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 18.

제2 항에 있어서, 상기 제1 계수 저장부에 저장된 테이블은 선택 조합 모드에 해당하는 테이블인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 19.

제2 항에 있어서, 상기 제1 계수 저장부에 저장된 테이블은 등가 이득 조합 모드에 해당하는 테이블인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 20.

안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 이동 통신 장치에서 수행되는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법에 있어서,

(a) 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 장기 정보 및 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 단계; 및

(b) 상기 궤환 신호를 수신하고, 수신한 상기 궤환 신호로부터 복원한 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들에 파일럿 채널 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 이동 통신 방법.

청구항 21.

제20 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

(a1) 상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하는 단계;

(a2) 상기 채널의 하향 특성으로부터 베이스 벡터들과 고유값들을 생성하고, 상기 베이스 벡터들중 유효한 벡터들의 수인 빔수를 상기 고유값들로부터 계산하고, 유효한 상기 베이스 벡터들 및 상기 빔수를 상기 장기 정보로서 결정하는 단계;

(a3) 상기 빔수별로 미리 결정되며 조합되는 유효한 상기 베이스 벡터들의 상기 계수들을 상기 인덱스별로 달리 갖고 상기 이동국에 포함되는 테이블들중에서 상기 빔수에 해당하는 테이블들에 저장된 계수들, 유효한 상기 베이스 벡터들로부터 구한 가중치 벡터들 및 상기 채널의 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스를 상기 단기 정보로서 결정하는 단계; 및

(a4) 결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 상기 변환 신호로 변환하는 단계를 구비하고,

상기 가중치 벡터는 상기 유효한 상기 베이스 벡터와 상기 계수들의 조합으로 표현되고, 상기 단기 정보인 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 22.

제21 항에 있어서, 상기 (a2) 단계는 유효한 상기 베이스 벡터들의 조합 모드를 나타내는 모드 신호를 상기 채널의 하향 특성으로부터 생성하고, 생성된 상기 모드 신호를 상기 장기 정보에 포함시키며,

상기 (a3) 단계는 상기 빔수별 및 상기 조합 모드별로 미리 결정되며 조합되는 유효한 상기 베이스 벡터들의 상기 계수들을 상기 인덱스별로 달리 갖고 상기 이동국에 포함되는 테이블들중에서 상기 빔수 및 상기 모드 신호에 해당하는 테이블들에 저장된 계수들, 유효한 상기 베이스 벡터들로부터 구한 상기 가중치 벡터들 및 상기 채널의 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 인덱스를 상기 단기 정보로서 결정하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 23.

제21 항 또는 제22 항에 있어서, 상기 (a2) 단계는 상기 고유값들은 상기 장기 정보에 포함되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 24.

제23 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b1) 상기 안테나 어레이를 통해 수신한 상기 변환 신호로부터 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 복원하고, 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 상기 복수개의 가중치들을 추출하는 단계;

(b2) 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 (b1) 단계에서 추출된 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하는 단계; 및

(b3) 상기 복수개의 가중치들과 승산된 결과들에 상기 파일럿 채널 신호들을 가산하는 단계를 구비하고,

상기 (b3) 단계에서 가산된 결과들은 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 25.

제22 항에 있어서, 상기 (a2) 단계는

(a21) 상기 채널의 하향 특성으로부터 상기 고유 분석법을 통해 상기 베이스 벡터들과 상기 고유값들을 생성하는 단계; 및

(a22) 제1 임계값을 초과하는 상기 고유값들의 수를 카운팅하여 상기 빔수를 구하고, 상기 (a21) 단계에서 생성된 상기 베이스 벡터들중에서 상기 빔수 만큼의 유효한 상기 베이스 벡터들을 선택하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 26.

제25 항에 있어서, 상기 (a2) 단계는

(a23) 상기 채널의 하향 특성을 이용하여 상기 모드 신호를 생성하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 27.

제26 항에 있어서, 상기 (a23) 단계는

(a231) 상기 빔수별 및 상기 조합 모드별로 미리 결정된 테이블들중에서 상기 빔수에 해당하는 테이블들에 저장된 계수들, 상기 채널의 하향 특성 및 유효한 상기 베이스스 벡터들로부터 상기 조합 모드별로 기대값들을 계산하는 단계;

(a232) 선택 조합 모드에 대한 기대값이 등가 이득 조합 모드에 대한 기대값보다 큰가를 판단하는 단계;

(a233) 상기 선택 조합 모드에 대한 상기 기대값이 상기 등가 이득 조합 모드에 대한 상기 기대값보다 크다고 판단되면, 상기 선택 조합 모드를 나타내는 상기 모드 신호를 생성하는 단계; 및

(a234) 상기 선택 조합 모드에 대한 상기 기대값이 상기 등가 이득 조합 모드에 대한 상기 기대값보다 작다고 판단되면, 상기 등가 이득 조합 모드를 나타내는 상기 모드 신호를 생성하는 단계를 더 구비하고,

상기 (a231), 상기 (a232), 상기 (a233) 및 상기 (a234) 단계들은 상기 (a21) 및 상기 (a22) 단계들과 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 28.

제27 항에 있어서, 상기 (a231) 단계는

상기 채널의 하향 특성으로부터 하향 단기 시공 공분산 행렬을 계산하는 단계; 및

상기 하향 단기 시공 공분산 행렬, 상기 빔수에 해당하는 테이블들에 저장된 계수들 및 유효한 상기 베이스스 벡터들을 이용하여 상기 기대값들(E^{DL} 및 E^{EG})을 아래와 같이 계산하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

$$E^{DL} = E[w_s^H R_{DL} w_s], \quad E^{EG} = E[w_s^H R_{DL} v_1]$$

[여기서, R_{DL}^{ST} 은 상기 하향 단기 시공 공분산 행렬을 나타내고, $w_s = \sum_{b=1}^{N_B} a_1^s(b) v_1$ (여기서, v_1 는 유효한 상기 베이스스 벡터를 나타내고, b 는 상기 인덱스를 나타내고, N_B 는 상기 빔수를 나타내고, $a_1^s(b)$ 는 상기 빔수에 해당하는 테이블들에 저장된 상기 계수들중 상기 선택 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.), $w_s = \sum_{b=1}^{N_B} a_1^e(b) v_1$ (여기서, $a_1^e(b)$ 는 상기 빔수에 해당하는 테이블들에 저장된 상기 계수들중 상기 등가 이득 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.), w_s^H 는 w_s 의 공액 전치 행렬을 나타내고, w_e^H 는 w_e 의 공액 전치 행렬을 나타낸다.]

청구항 29.

제26 항에 있어서, 상기 (a23) 단계는

(a241) 상기 채널의 하향 특성으로부터 상기 이동국의 위치각들을 구하는 단계;

(a242) 인접한 상기 위치각들간의 차이가 제2 임계값을 초과하는가를 판단하는 단계;

(a243) 상기 차이가 상기 제2 임계값을 초과하는 것으로 판단되면, 상기 등가 이득 조합 모드를 나타내는 모드 신호를 생성하는 단계; 및

(a244) 상기 차이가 상기 제2 임계값을 초과하지 않은 것으로 판단되면, 상기 선택 조합 모드를 나타내는 모드 신호를 생성하는 단계를 더 구비하고,

상기 (a241), 상기 (a242), 상기 (a243) 및 상기 (a244) 단계들은 상기 (a21) 및 상기 (a22) 단계들과 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 30.

제26 항에 있어서, 상기 (a23) 단계는

(a251) 상기 채널의 하향 특성으로부터 상기 이동국의 위치각들의 퍼짐 정도들을 구하는 단계;

(a252) 상기 퍼짐 정도들의 평균값이 제3 임계값을 초과하는가를 판단하는 단계;

(a253) 상기 평균값이 상기 제3 임계값을 초과하는 것으로 판단되면, 상기 등가 이득 조합 모드를 나타내는 모드 신호를 생성하는 단계; 및

(a254) 상기 평균값이 상기 제3 임계값을 초과하지 않은 것으로 판단되면, 상기 선택 조합 모드를 나타내는 모드 신호를 생성하는 단계를 더 구비하고,

상기 (a251), 상기 (a252), 상기 (a253) 및 상기 (a254) 단계들은 상기 (a21) 및 상기 (a22) 단계들과 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 31.

제21 항에 있어서, 상기 (a3) 단계는

(a311) 상기 빔수에 해당하는 테이블들에 저장된 계수들을 이용하여 유효한 상기 베이스스 벡터들을 조합하여 상기 가중치 벡터들을 구하는 단계;

(a312) 상기 (a311) 단계에서 구한 상기 가중치 벡터들 각각과 상기 채널의 하향 특성을 승산하고, 승산된 결과들 각각에 놈(norm)의 제곱을 취하여 수신 전력들을 구하는 단계; 및

(a313) 상기 수신 전력들중 가장 큰 상기 최대 수신 전력을 찾고, 상기 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 상기 가중치 벡터를 구할 때 사용된 상기 계수들이 위치한 상기 인덱스를 상기 단기 정보로서 결정하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 32.

제22 항에 있어서, 상기 (a3) 단계는

(a321) 상기 빔수 및 상기 모드 신호에 해당하는 테이블들에 저장된 계수들을 이용하여 유효한 상기 베이스스 벡터들을 조합하여 상기 가중치 벡터들을 구하는 단계;

(a322) 상기 (a321) 단계에서 구한 상기 가중치 벡터들 각각과 상기 채널의 하향 특성을 승산하고, 승산된 결과들 각각에 놈(norm)의 제곱을 취하여 수신 전력들을 구하는 단계; 및

(a323) 상기 수신 전력들중 가장 큰 상기 최대 수신 전력을 찾고, 상기 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 상기 가중치 벡터를 구할 때 사용된 상기 계수들이 위치한 상기 인덱스를 상기 단기 정보로서 결정하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 33.

제24 항에 있어서, 상기 (b1) 단계는

(b11) 수신한 상기 채널 신호로부터 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 복원하는 단계;

(b12) 상기 빔수별로 미리 결정되며 조합되는 유효한 상기 베이스 벡터들의 상기 계수들을 상기 인덱스별로 달리 갖고 상기 기지국에 포함되는 테이블들중에서 상기 장기 정보에 포함된 상기 빔수에 상응하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 상기 테이블에서 상기 단기 정보에 상응하여 해당하는 계수들을 추출하는 단계; 및

(b13) 상기 (b12) 단계에서 추출한 계수들을 이용하여 상기 장기 정보에 포함된 유효한 상기 베이스 벡터들을 조합하여 상기 복수개의 가중치들을 구하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 34.

제33 항에 있어서, 상기 (b12) 단계는 상기 빔수별 및 상기 조합 모드별로 미리 결정되며 조합되는 유효한 상기 베이스 벡터들의 상기 계수들을 상기 인덱스별로 달리 갖고 상기 기지국에 포함되는 테이블들중에서 상기 장기 정보에 포함된 상기 빔수 및 상기 모드 신호에 상응하여 해당하는 테이블을 선택하고, 선택된 상기 테이블에서 상기 단기 정보에 상응하여 해당하는 계수들을 추출하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 35.

제33 항에 있어서, 상기 (b13) 단계는 상기 (b12) 단계에서 추출한 계수들 및 상기 장기 정보에 포함된 상기 고유값들을 이용하여 상기 장기 정보에 포함된 유효한 상기 베이스 벡터들을 조합하여 상기 복수개의 가중치들을 구하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 36.

제34 항에 있어서, 상기 (b13) 단계는 상기 (b12) 단계에서 추출한 계수들 및 상기 장기 정보에 포함된 상기 고유값들을 이용하여 상기 장기 정보에 포함된 유효한 상기 베이스 벡터들을 조합하여 상기 복수개의 가중치들을 구하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 37.

제27, 제28, 제29. 또는 제30 항에 있어서, 상기 선택 조합 모드에 해당하는 상기 테이블에 포함되는 상기 계수들 $[a_i(b)]$ (여기서, i 는 정수로서 $0 < i < N_B - 1$ 이고, N_B 는 상기 빔수를 나타내고, b 는 상기 인덱스를 나타내며 정수로서 $0 < b < N_B - 1$ 이다.)은 아래와 같이 미리 구해지는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

$$a_i(b) = \begin{cases} 1, & i=b \\ 0, & i \neq b \end{cases}$$

청구항 38.

제27, 제28, 제29 또는 제30 항에 있어서, 상기 등가 이득 조합 모드에 해당하는 상기 테이블에 포함되는 상기 계수들 $[a_i(b)]$ (여기서, i 는 정수로서 $0 < i < N_B - 1$ 이고, N_B 는 상기 빔수를 나타내고, b 는 상기 인덱스를 나타내며 정수로서 $0 < b < B^{EG} - 1$ 이고, $B^{EG} = 4$ 이다.)은 아래와 같이 미리 구해지는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

$$a_i(b) = \begin{cases} 1, & i=1 \\ \exp(j\frac{\pi}{4} + j\frac{\pi}{4} d(c(b), i)), & i \neq 1 \end{cases}$$

[여기서, $c(b) = \text{gray_encoder}(b, B^{EG})$ 이고, $d(c(b), i) = \text{mod}(\lfloor \frac{c(b)}{B^{EG}/4} \rfloor, 4)$ 이다.)

청구항 39.

제21 항에 있어서, 상기 (a3) 단계에서 이용되는 상기 계수들이 저장된 테이블은 선택 조합 모드에 해당하는 테이블인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 40.

제21 항에 있어서, 상기 (a3) 단계에서 이용되는 상기 계수들이 저장된 테이블은 등가 이득 조합 모드에 해당하는 테이블인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 41.

안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 이동 통신 장치에 있어서,

상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 이동국; 및

상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 결정한 상기 장기 정보 및 수신한 상기 궤환 신호로부터 복원한 상기 장기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 적어도 하나의 파일롯트 채널 신호와 상기 장기 정보를 이용하여 구한 베이스 파일롯트 신호들을 상기 승산된 결과들에 각각 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 기지국을 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 42.

제41 항에 있어서, 상기 이동국은 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 복원한 상기 장기 정보와 상기 하향 특성을 이용하여 상기 단기 정보를 결정하고,

상기 기지국은 결정한 상기 장기 정보를 무선 신호로 변환하여 상기 이동국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 43.

제41 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상기 하향 특성을 시공간으로 측정하고, 측정된 상기 하향 특성을 출력하는 이동국 채널 특성 측정부;

조합되는 유효한 베이스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블을 미리 결정하여 저장하는 제3 계수 저장부;

주어진 단위 베이스 벡터들을 상기 제3 계수 저장부로부터 독출되는 상기 계수들로 조합하여 가중치 벡터들을 구하고, 상기 가중치 벡터들과 채널의 상기 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 상기 인덱스를 결정하여 상기 단기 정보로서 출력하는 제2 단기 정보 결정부; 및

결정된 상기 단기 정보를 상기 궤환 신호로 변환하는 이동국 신호 변환부를 구비하고,

상기 제2 단기 정보 결정부에서 결정된 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들에 해당하고, 상기 이동국 신호 변환부에서 변환된 결과는 상기 기지국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 44.

제42 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상기 하향 특성을 시공간으로 측정하고, 측정된 상기 하향 특성을 출력하는 이동국 채널 특성 측정부;

상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 장기 정보를 복원하고, 복원한 상기 장기 정보를 출력하는 제2 정보 복원부;

조합되는 유효한 베이스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블들을 상기 장기 정보별로 미리 결정하여 저장하고, 상기 테이블들중에서 상기 제2 정보 복원부로부터 입력한 상기 장기 정보에 해당하는 테이블에 저장된 상기 계수들을 출력하는 제4 계수 저장부;

주어진 단위 베이스 벡터들을 상기 제4 계수 저장부로부터 독출되는 상기 계수들로 조합하여 가중치 벡터들을 구하고, 상기 가중치 벡터들과 상기 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 상기 인덱스를 결정하여 상기 단기 정보로서 출력하는 제2 단기 정보 결정부; 및

결정된 상기 단기 정보를 상기 궤환 신호로 변환하는 이동국 신호 변환부를 구비하고,

상기 제2 단기 정보 결정부에서 결정된 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들에 해당하고, 상기 이동국 신호 변환부에서 변환된 결과는 상기 기지국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 45.

제43 항 또는 제44 항에 있어서, 상기 제2 단기 정보 결정부는

상기 제3 또는 상기 제4 계수 저장부로부터 입력한 상기 계수들을 이용하여 상기 단위 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 가중치 벡터들로서 출력하는 제3 베이스 벡터 조합부;

상기 제3 베이스 벡터 조합부로부터 입력한 상기 가중치 벡터들 각각과 상기 하향 특성을 승산하고, 승산된 결과에 norm의 제곱을 취하여 수신 전력으로서 출력하는 수신 전력 계산부; 및

상기 수신 전력 계산부로부터 입력한 상기 수신 전력들중 가장 큰 값을 상기 최대 수신 전력으로서 찾고, 상기 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 상기 가중치 벡터를 구할 때 사용된 상기 계수들이 위치한 상기 인덱스를 상기 단기 정보로서 출력하는 최대 전력 발견부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 46.

제43 항에 있어서, 상기 기지국은

상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 상기 장기 정보를 결정하는 기지국 장기 정보 결정부;

상기 안테나 어레이를 통해 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하고, 복원된 상기 단기 정보 및 상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 복수개의 가중치들을 추출하는 제2 가중치 추출부;

전용 물리 채널 신호를 다중화하고, 상기 다중화된 결과를 출력하는 다중화부;

상기 다중화부에서 다중화된 결과를 상기 제2 가중치 추출부로부터 입력한 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들을 출력하는 승산부;

상기 파일럿 채널 신호와 상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 베이스 파일럿 신호들을 생성하는 베이스 파일럿 생성부; 및

상기 승산부로부터 입력한 상기 승산된 결과들에 상기 베이스 파일럿 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 출력하는 가산부를 구비하고,

상기 가산부에서 가산된 결과들은 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 47.

제44 항에 있어서, 상기 기지국은

상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 상기 장기 정보를 결정하는 기지국 장기 정보 결정부;

상기 안테나 어레이를 통해 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하고, 복원된 상기 단기 정보 및 상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 복수개의 가중치들을 추출하는 제3 가중치 추출부;

전용 물리 채널 신호를 다중화하고, 상기 다중화된 결과를 출력하는 다중화부;

상기 다중화부에서 다중화된 결과를 상기 제2 가중치 추출부로부터 입력한 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하고, 승산된 결과들을 출력하는 승산부;

상기 파일럿 채널 신호와 상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 베이스 파일럿 신호들을 생성하는 베이스 파일럿 생성부;

상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보를 무선 신호로 변환하는 기지국 신호 변환부; 및

상기 송산부로부터 입력한 상기 송산된 결과들에 상기 베이스 파일럿 신호들을 가산하고, 가산된 결과들을 출력하는 가산부를 구비하고,

상기 가산부에서 가산된 결과들 및 상기 기지국 신호 변환부에서 변환된 결과는 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 48.

제46 항 또는 제47 항에 있어서, 상기 제2 가중치 추출부는

수신한 상기 복원 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하고, 복원된 상기 단기 정보를 출력하는 제3 정보 복원부;

조합되는 상기 유효한 베이스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 테이블을 미리 결정하여 저장하고, 상기 제3 정보 복원부로부터 입력한 상기 단기 정보에 해당하는 상기 계수들을 출력하는 제5 계수 저장부; 및

상기 제5 계수 저장부로부터 입력한 계수들과 상기 기지국 장기 정보 결정부로부터 입력한 상기 장기 정보에 포함된 상기 유효한 베이스 벡터들을 조합하고, 조합된 결과들을 상기 복수개의 가중치들로서 상기 송산부로부터 출력하는 제4 베이스 벡터 조합부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 49.

제48 항에 있어서, 상기 제5 계수 저장부는 상기 테이블들을 상기 장기 정보별로 미리 결정하여 저장하고, 상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보 및 상기 제3 정보 복원부로부터 입력한 상기 단기 정보에 해당하는 상기 계수들을 상기 제4 베이스 벡터 조합부로 출력하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 50.

제48 항에 있어서, 상기 기지국 장기 정보 결정부는

상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상기 상향 특성을 측정하는 기지국 채널 특성 측정부;

상기 기지국 채널 특성 측정부에서 측정된 상기 상향 특성으로부터 상향 장기 시공 공분산 행렬을 생성하는 상향 장기 시공 공분산 행렬 생성부;

상기 상향 장기 시공 공분산 행렬을 하향 장기 시공 공분산 행렬로 변환하는 채널 정보 변환부; 및

상기 채널 정보 변환부로부터 입력한 상기 하향 장기 시공 공분산 행렬로부터 고유 분석법을 통해 상기 장기 정보를 생성하는 장기 정보 생성부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 51.

제50 항에 있어서, 상기 장기 정보 생성부는 상기 고유 분석법을 통해 생성한 상기 장기 정보와 상기 상향 특성을 이용하여 모드 신호를 생성하는 제2 모드 신호 생성부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 52.

제51 항에 있어서, 상기 제2 모드 신호 생성부는

상기 상향 장기 시공 공분산 행렬로부터 상향 단기 시공 공분산 행렬을 계산하는 상향 단기 시공 공분산 행렬 계산부;

상기 상향 단기 시공 공분산 행렬, 상기 제5 계수 저장부로부터 입력한 상기 계수들 및 상기 장기 정보 생성부로부터 입력한 상기 장기 정보에 포함된 유효한 상기 베이스 벡터들을 이용하여 기대값들(E^{SL} 및 E^{EG})을 아래와 같이 계산하는 기대값 계산부; 및

$$E^{SL} = E[w, R_{UL}^{ST} w], \quad E^{EG} = E[w, R_{UL}^{ST} w]$$

[여기서, R_{UL}^{ST} 는 상기 상향 단기 시공 공분산 행렬을 나타내고, $w = \sum_{i=1}^{N_B} a_i(b) v_i$ (여기서, v_i 는 유효한 상기 베이스 벡터를 나타내고, b 는 상기 인덱스를 나타내고, N_B 는 상기 범수를 나타내고, $a_i^e(b)$ 는 상기 제5 계수 저장부로부터 입력한 계수들중 선택 조합 모드에서 결정된 계수들을 나타낸다.), w_s^H 는 w_s 의 공액 전치 행렬을 나타내고, w_e^H 는 w_e 의 공액 전치 행렬을 나타낸다.]

상기 기대값들을 비교하고, 비교된 결과에 응답하여 상기 모드 신호를 생성하는 제1 비교부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 53.

제51 항에 있어서, 상기 제2 모드 신호 생성부는

상기 채널의 상향 특성으로부터 상기 이동국의 위치각들을 계산하는 위치각 계산부; 및

인접한 상기 위치각들간의 차이와 제2 임계값을 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 상기 모드 신호를 발생하는 제2 비교부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 54.

제51 항에 있어서, 상기 제2 모드 신호 생성부는

상기 채널의 상향 특성으로부터 상기 이동국의 위치각들의 퍼짐 정도들을 계산하는 퍼짐 정도 계산부; 및

상기 퍼짐 정도들의 평균값을 제3 임계값과 비교하고, 비교된 결과에 상응하여 상기 모드 신호를 발생하는 제3 비교부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 55.

제51 항에 있어서, 상기 제2 모드 신호 생성부는

고유값들중에서 첫 번째로 큰 고유값과 두 번째로 큰 고유값간의 차이와 제4 임계값을 비교하고, 비교된 결과를 상기 모드 신호로서 출력하는 제4 비교부를 구비하고,

상기 고유값들은 상기 장기 정보 생성부에서 상기 고유 분석법을 통해 상기 하향 장기 시공 공분산 행렬로부터 생성되며 상기 장기 정보에 포함되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 56.

제46 항 또는 제47 항에 있어서, 상기 베이스스 파일럿트 생성부는

상기 유효한 베이스스 벡터들의 수인 빔수 만큼의 상기 파일럿트 채널 신호들과 상기 유효한 베이스스 벡터들을 송산하고, 송산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 상기 베이스스 파일럿트 신호들로서 상기 가산부로 출력하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 57.

제46 항 또는 제47 항에 있어서, 상기 베이스스 파일럿트 생성부는

상기 유효한 베이스스 벡터들의 크기를 조정하고, 상기 유효한 베이스스 벡터들의 수인 빔수 만큼의 상기 파일럿트 신호들과 조정된 크기를 갖는 상기 유효한 베이스스 벡터들을 송산하고, 송산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 상기 베이스스 파일럿트 신호들로서 상기 가산부로 출력하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 58.

안테나 어레이를 갖는 기지국 및 이동국을 갖는 이동 통신 방법에 있어서,

(a) 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 하향 특성을 측정하고, 측정된 상기 하향 특성으로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 반영한 단기 정보를 결정하고, 결정된 상기 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 단계; 및

(b) 상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 결정한 장기 정보 및 수신한 상기 궤환 신호로부터 복원한 상기 단기 정보를 이용하여 복수개의 가중치들을 추출하고, 전용 물리 채널 신호를 다중화한 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 송산하고, 적어도 하나의 파일럿트 채널 신호와 상기 장기 정보를 이용하여 구한 베이스스 파일럿트 신호들을 상기 송산된 결과들에 각각 가산하고, 가산된 결과들을 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 59.

제58 항에 있어서, 상기 (a) 단계는 상기 기지국으로부터 전송된 신호로부터 복원한 상기 장기 정보와 상기 하향 특성을 이용하여 상기 단기 정보를 결정하고,

상기 (b) 단계는 결정한 상기 장기 정보를 무선 신호로 변환하여 상기 이동국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 60.

제58 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

(a1) 상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상기 하향 특성을 시공간으로 측정하는 단계;

(a2) 조합되는 유효한 베이스스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 미리 결정한 테이블에서 해당하는 계수들로 단위 베이스스 벡터들을 조합하여 가중치 벡터들을 구하고, 상기 가중치 벡터들과 채널의 상기 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 상기 인덱스를 결정하여 상기 단기 정보를 구하는 단계; 및

(a3) 결정된 상기 단기 정보를 상기 궤환 신호로 변환하는 단계를 구비하고,

상기 (a2) 단계에서 결정된 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들에 해당하고, 상기 (a3) 단계에서 변환된 결과는 상기 기지국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 61.

제59 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

(a1) 상기 기지국으로부터 전송된 신호를 수신하고, 수신된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상기 하향 특성을 시공간으로 측정하고 상기 장기 정보를 복원하는 단계;

(a2) 조합되는 유효한 베이스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖는 미리 결정한 테이블들중에서 상기 (a1) 단계에서 복원된 상기 장기 정보에 해당하는 테이블에 저장된 상기 계수들로 단위 베이스 벡터들을 조합하여 가중치 벡터들을 구하고, 상기 가중치 벡터들과 상기 하향 특성을 이용하여 최대 수신 전력을 제공하는 상기 인덱스를 결정하여 상기 단기 정보를 구하는 단계; 및

(a3) 결정된 상기 단기 정보를 상기 궤환 신호로 변환하는 단계를 구비하고,

상기 (a2) 단계에서 결정된 인덱스에 해당하는 상기 가중치 벡터는 상기 복수개의 가중치들에 해당하고, 상기 (a3) 단계에서 변환된 결과는 상기 기지국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 62.

제60 항 또는 제61 항에 있어서, 상기 (a2) 단계는

(a21) 상기 계수들을 이용하여 상기 단위 베이스 벡터들을 조합하여 상기 가중치 벡터들을 구하는 단계;

(a22) 상기 (a21) 단계에서 구한 상기 가중치 벡터들 각각과 상기 하향 특성을 승산하고, 승산된 결과에 놈(norm)의 제곱을 취하여 수신 전력들을 구하는 단계; 및

(a23) 상기 수신 전력들중 가장 큰 값을 상기 최대 수신 전력으로서 찾고, 상기 최대 수신 전력을 계산할 때 사용된 상기 가중치 벡터를 구할 때 사용된 상기 계수들이 위치한 상기 인덱스를 상기 단기 정보로서 결정하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 63.

제60 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b1) 상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 상기 장기 정보를 결정하는 단계;

(b2) 상기 안테나 어레이를 통해 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하고, 복원된 상기 단기 정보 및 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 복수개의 가중치들을 추출하는 단계;

(b3) 전용 물리 채널 신호를 다중화하는 단계;

(b4) 상기 (b3) 단계에서 다중화된 결과를 상기 (b2) 단계에서 추출된 상기 복수개의 가중치들과 각각 승산하는 단계;

(b5) 상기 파일럿 채널 신호와 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 베이스 파일럿 신호들을 생성하는 단계; 및

(b6) 상기 (b4) 단계에서 송신된 결과들에 상기 베이스 파일럿 신호들을 가산하는 단계를 구비하고,

상기 (b6) 단계에서 가산된 결과들은 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 64.

제61 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b1) 상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 상향 특성을 측정하고, 측정된 상기 상향 특성을 이용하여 상기 장기 정보를 결정하는 단계;

(b2) 상기 안테나 어레이를 통해 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하고, 복원된 상기 단기 정보 및 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 복수개의 가중치들을 추출하는 단계;

(b3) 전용 물리 채널 신호를 다중화하는 단계;

(b4) 상기 (b3) 단계에서 다중화된 결과를 상기 복수개의 가중치들과 각각 송신하는 단계;

(b5) 상기 파일럿 채널 신호와 상기 기지국 장기 정보 결정부에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 베이스 파일럿 신호들을 생성하는 단계;

(b6) 상기 (b4) 단계에서 송신된 결과들에 상기 베이스 파일럿 신호들을 가산하는 단계; 및

(b7) 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보를 무선 신호로 변환하는 단계를 구비하고,

상기 (b6) 단계에서 가산된 결과들 및 상기 (b7) 단계에서 변환된 결과는 상기 안테나 어레이를 통해 상기 이동국으로 전송되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 65.

제63 항에 있어서, 상기 (b2) 단계는

(b21) 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하는 단계; 및

(b22) 조합되는 상기 유효한 베이스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖고 미리 결정된 테이블들중에서 상기 단기 정보에 해당하는 계수들을 추출하는 단계; 및

(b23) 추출된 상기 계수들과 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 복수개의 가중치들을 구하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 66.

제64 항에 있어서, 상기 (b2) 단계는

(b21) 수신한 상기 궤환 신호로부터 상기 단기 정보를 복원하는 단계; 및

(b22) 조합되는 상기 유효한 베이스스 벡터들의 계수들을 인덱스별로 달리 갖고 상기 장기 정보별로 미리 결정된 테이블들중에서 상기 단기 정보 및 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보에 해당하는 계수들을 추출하는 단계; 및

(b23) 추출된 상기 계수들과 상기 (b1) 단계에서 결정된 상기 장기 정보를 이용하여 상기 복수개의 가중치들을 구하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 67.

제65 항 또는 제66 항에 있어서, 상기 (b1) 단계는

(b11) 상기 이동국으로부터 전송된 신호로부터 상기 안테나별 채널의 상기 상향 특성을 측정하는 단계;

(b12) 상기 (b11) 단계에서 측정된 상기 상향 특성으로부터 상향 장기 시공 공분산 행렬을 생성하는 단계;

(b13) 상기 상향 장기 시공 공분산 행렬을 하향 장기 시공 공분산 행렬로 변환하는 단계; 및

(b14) 상기 (b13) 단계에서 변환된 상기 하향 장기 시공 공분산 행렬로부터 상기 장기 정보를 고유 분석법을 통해 생성하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 68.

제67 항에 있어서, 상기 (b14) 단계는

(b141) 상기 고유 분석법을 통해 생성한 상기 장기 정보와 상기 상향 특성을 이용하여 모드 신호를 생성하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 69.

제68 항에 있어서, 상기 (b141) 단계는

고유값들중에서 첫 번째로 큰 고유값과 두 번째로 큰 고유값간의 차이를 구하는 단계;

상기 차이가 제4 임계값보다 적은가를 판단하는 단계;

상기 차이가 상기 제4 임계값보다 적은 것으로 판단되면, 선택 조합 모드를 나타내는 상기 모드 신호를 생성하는 단계; 및

상기 차이가 상기 제4 임계값보다 적지 않은 것으로 판단되면, 상기 동가 이득 조합 모드를 나타내는 상기 모드 신호를 생성하는 단계를 구비하고,

상기 고유값들은 상기 (b14) 단계에서 상기 고유 분석법을 통해 상기 하향 장기 시공 공분산 행렬로부터 생성되며 상기 장기 정보에 포함되는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 70.

제63 항 또는 제64 항에 있어서, 상기 (b5) 단계는

상기 유효한 베이스스 벡터들의 수인 빔수 만큼의 상기 파일럿 채널 신호들과 상기 유효한 베이스스 벡터들을 승산하고, 승산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 상기 베이스스 파일럿 채널 신호들로서 결정하고, 상기 (b6) 단계로 진행하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 71.

제63 항 또는 제64 항에 있어서, 상기 (b5) 단계는

상기 유효한 베이스 벡터들의 크기를 조정하고, 상기 유효한 베이스 벡터들의 수인 빔수 만큼의 상기 파일럿트 신호들과 조정된 크기를 갖는 상기 유효한 베이스 벡터들을 승산하고, 승산된 결과들을 가산하고, 가산된 결과를 상기 베이스 파일럿트 신호들로서 결정하고, 상기 (b6) 단계로 진행하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 72.

제1 항 또는 제41 항에 있어서, 상기 다중화부는

상기 전용 물리 채널 신호와 스프레드/스크램블 신호를 승산하고, 승산된 결과를 상기 다중화된 결과로서 출력하는 승산기를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 73.

제20 항 또는 제58 항에 있어서, 상기 다중화된 결과는 상기 전용 물리 채널 신호와 스프레드/스크램블 신호를 승산한 결과인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 74.

제1 항 또는 제41 항에 있어서, 상기 다중화부는

사용자별로 다른 상기 전용 물리 채널 신호를 시 분할 다중화하고, 그 결과를 상기 다중화된 결과로서 출력하는 시 분할 다중화부를 구비하는 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 75.

제20 항 또는 제58 항에 있어서, 상기 다중화된 결과는 사용자별로 다른 상기 전용 물리 채널 신호를 시 분할 다중화한 결과인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

청구항 76.

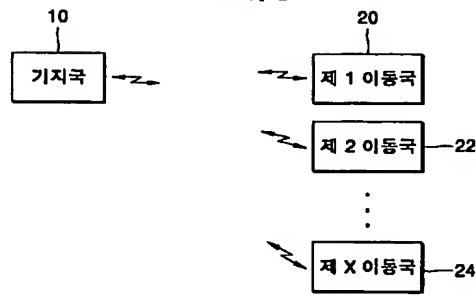
제1 항 또는 제41 항에 있어서, 상기 파일럿트 채널 신호는 공통 파일럿트 채널(CPICH) 신호, 전용 파일럿트 채널(DPICH) 신호 또는 2차 공통 파일럿트 채널(SCPICH) 신호인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 77.

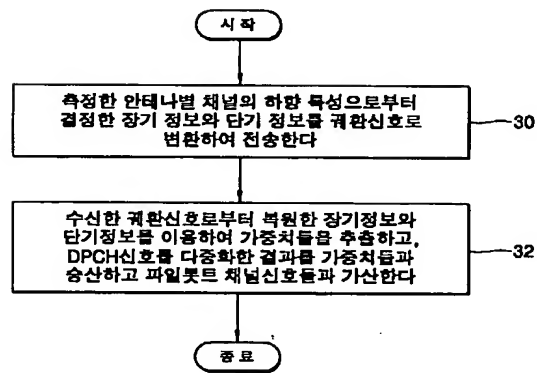
제20 항 또는 제58 항에 있어서, 상기 파일럿트 채널 신호는 공통 파일럿트 채널(CPICH) 신호, 전용 파일럿트 채널(DPICH) 신호 또는 2차 공통 파일럿트 채널(SCPICH) 신호인 것을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 이동 통신 방법.

도면

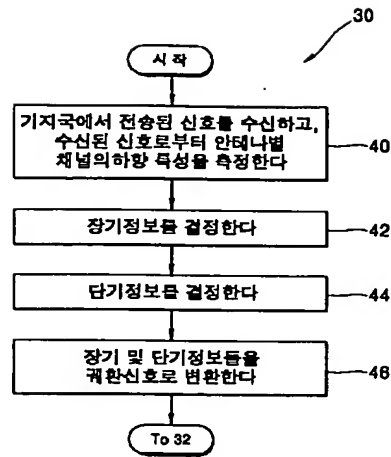
도면 1



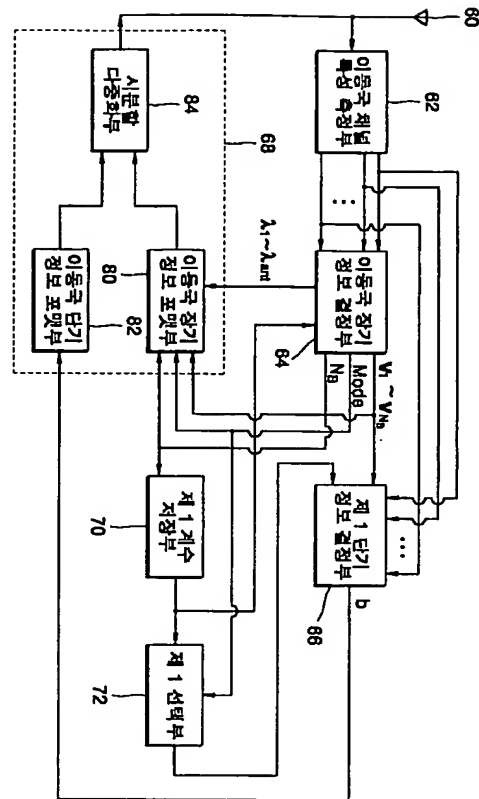
도면 2



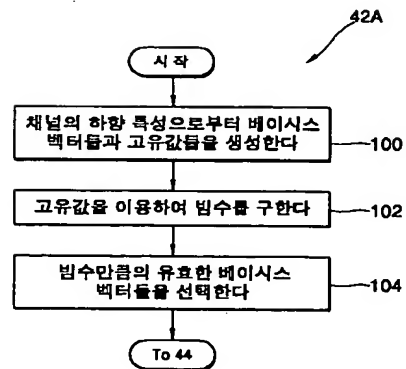
도면 3



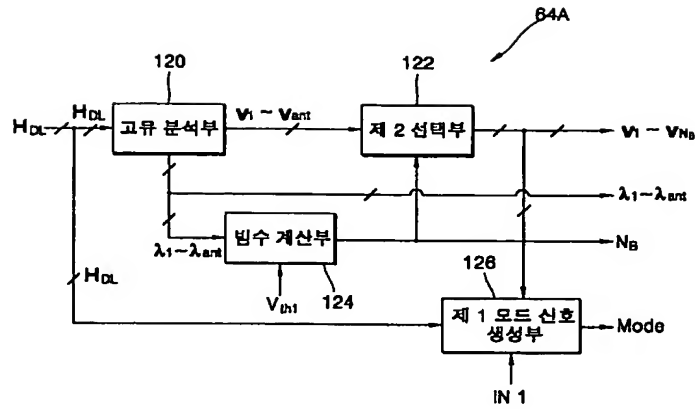
도면 4



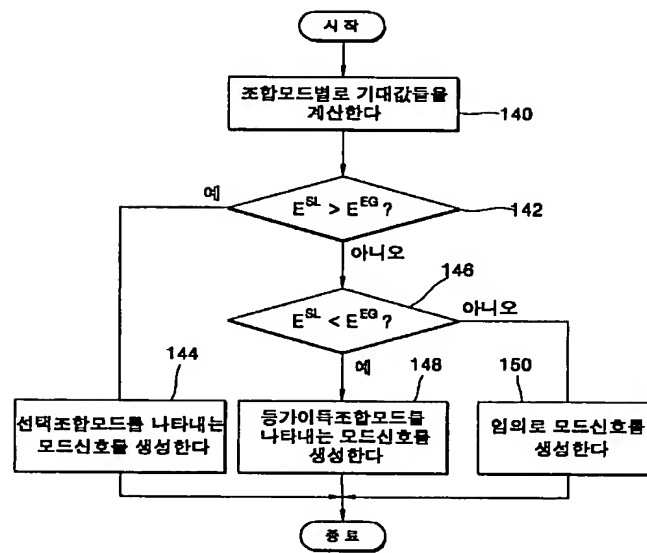
도면 5



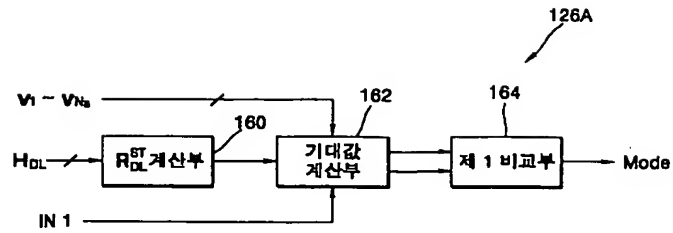
도면 6



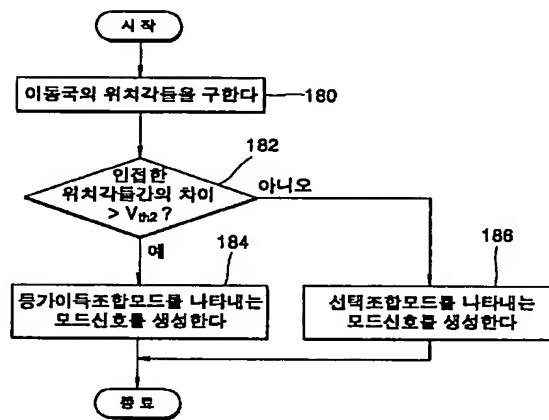
도면 7



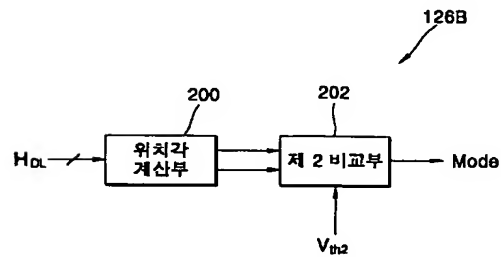
도면 8



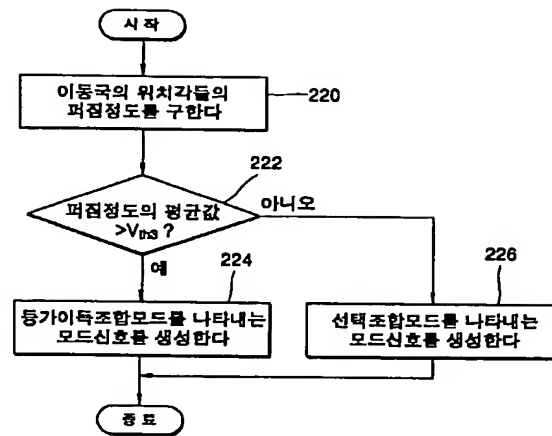
도면 9



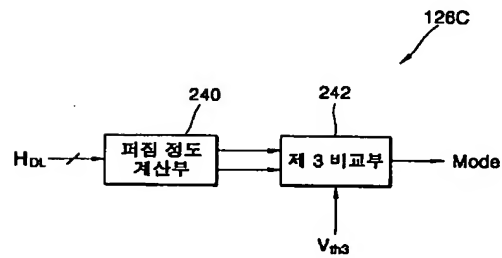
도면 10



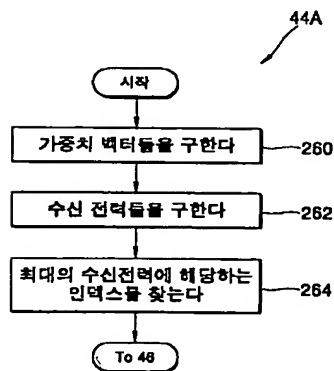
도면 11



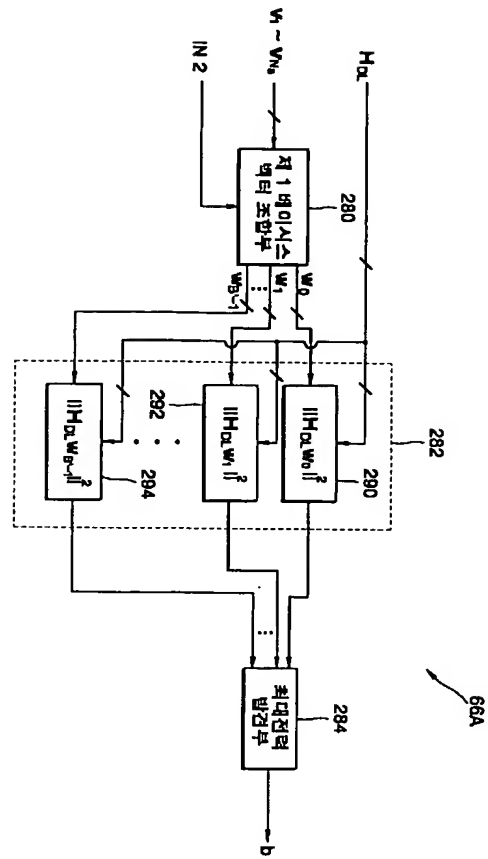
도면 12



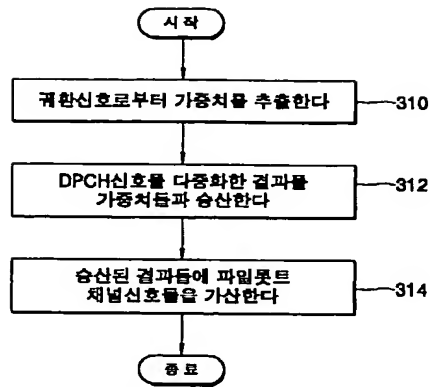
도면 13



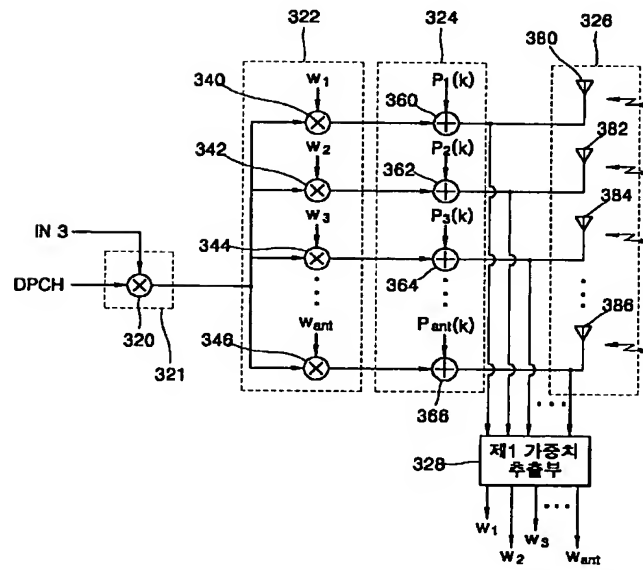
도면 14



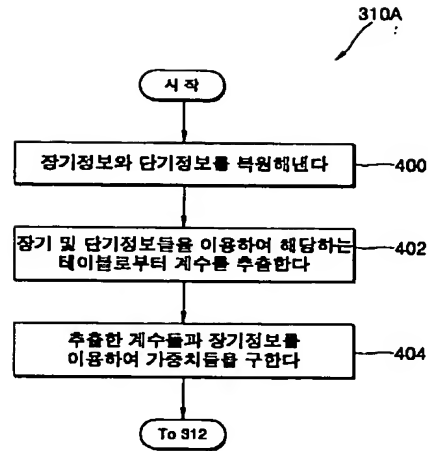
도면 15



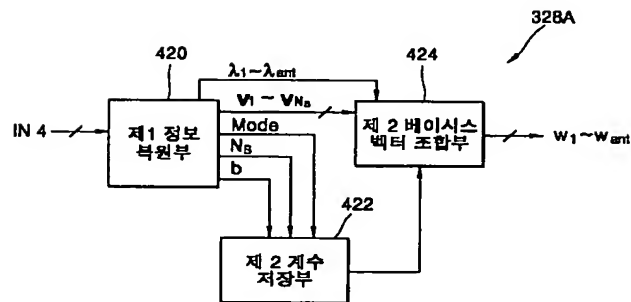
도면 16



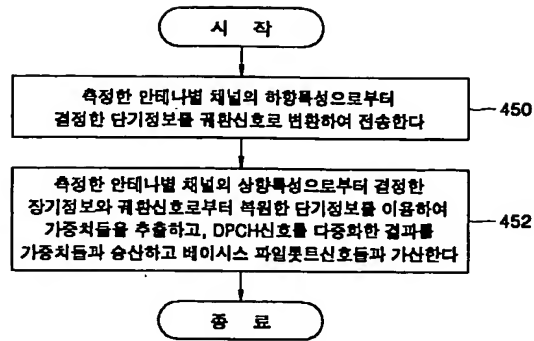
도면 17



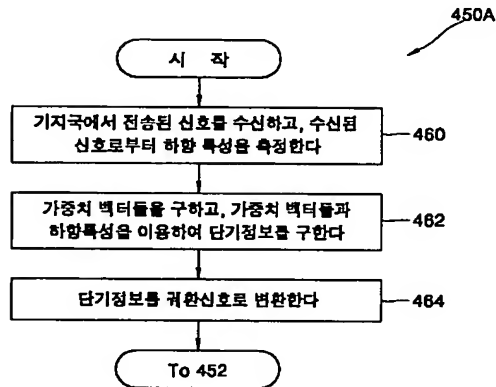
도면 18



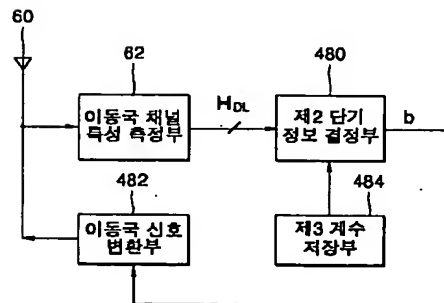
도면 19



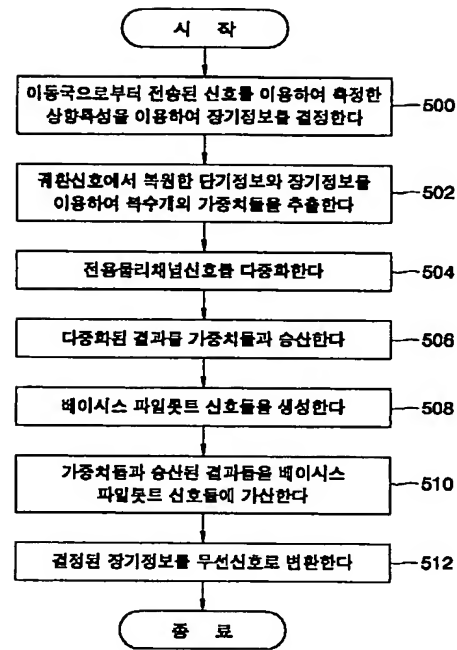
도면 20



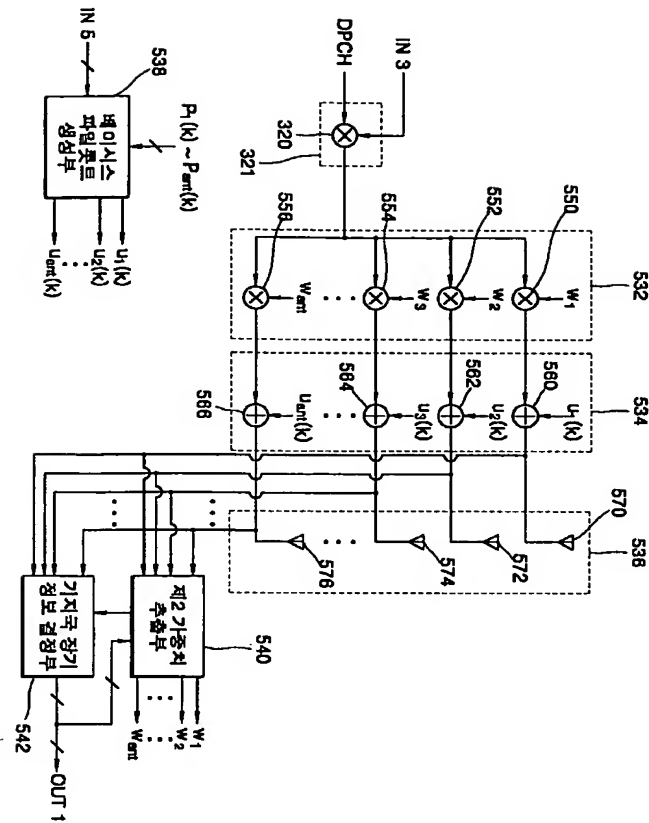
도면 21



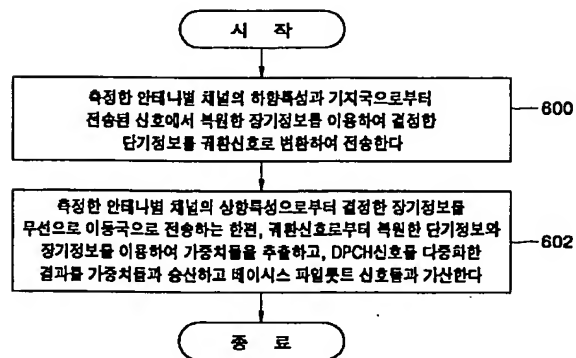
도면 22



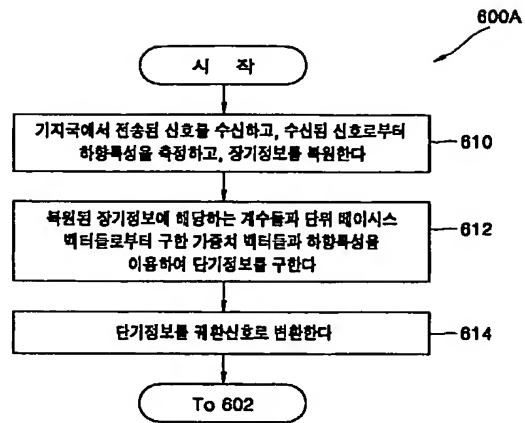
도면 23



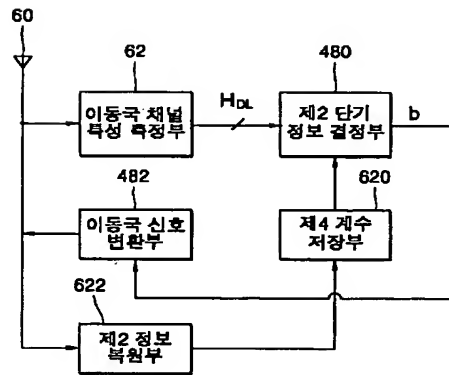
도면 24



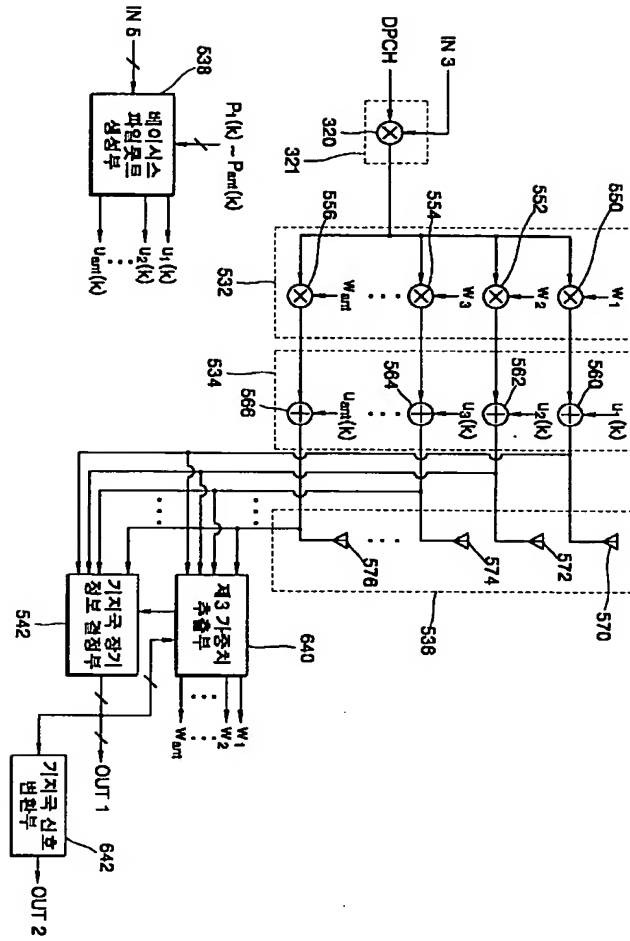
도면 25



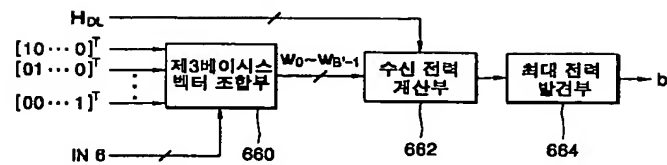
도면 26



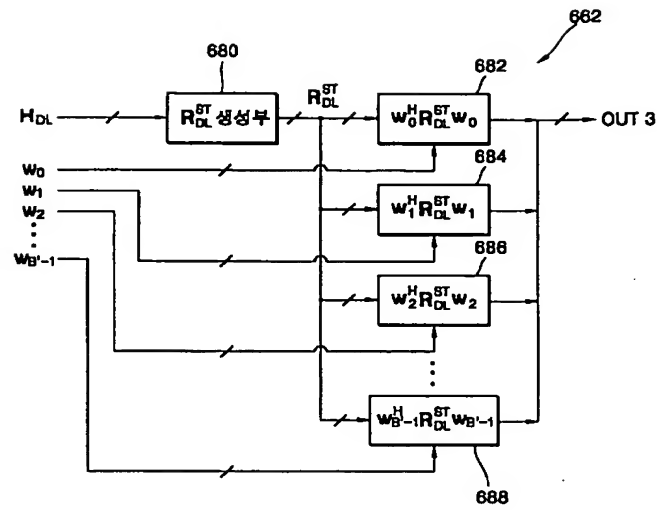
도면 27



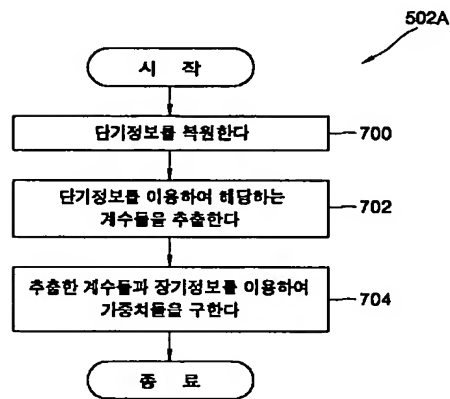
도면 28



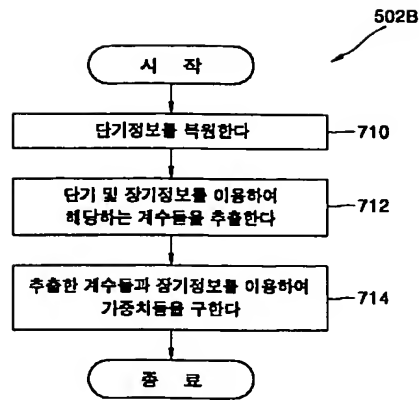
도면 29



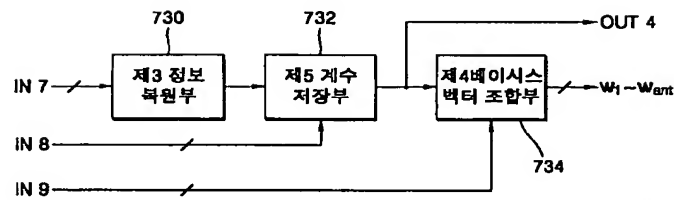
도면 30



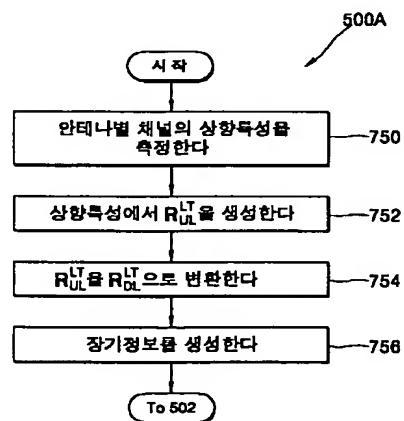
도면 31



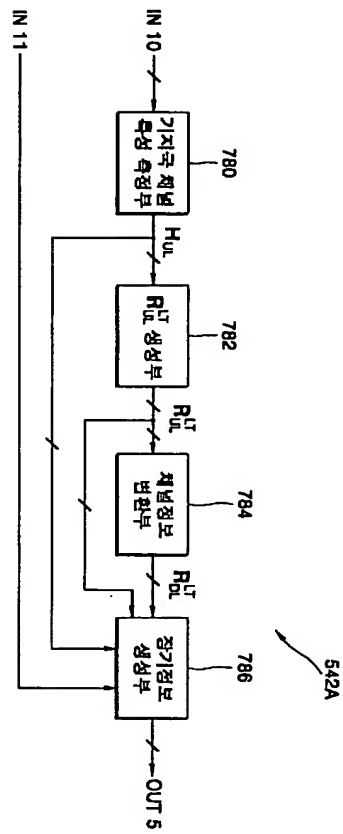
도면 32



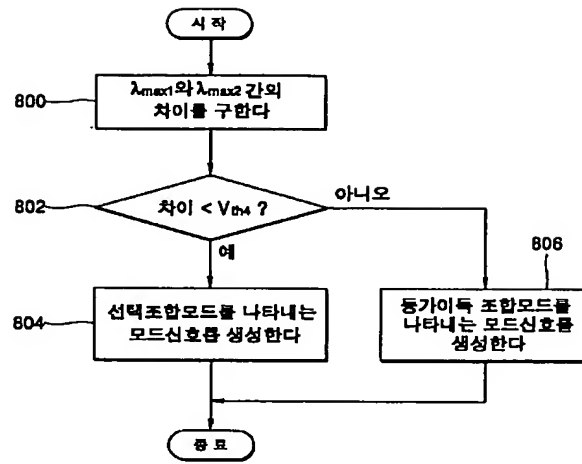
도면 33



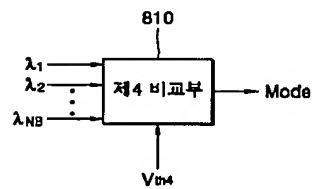
도면 34



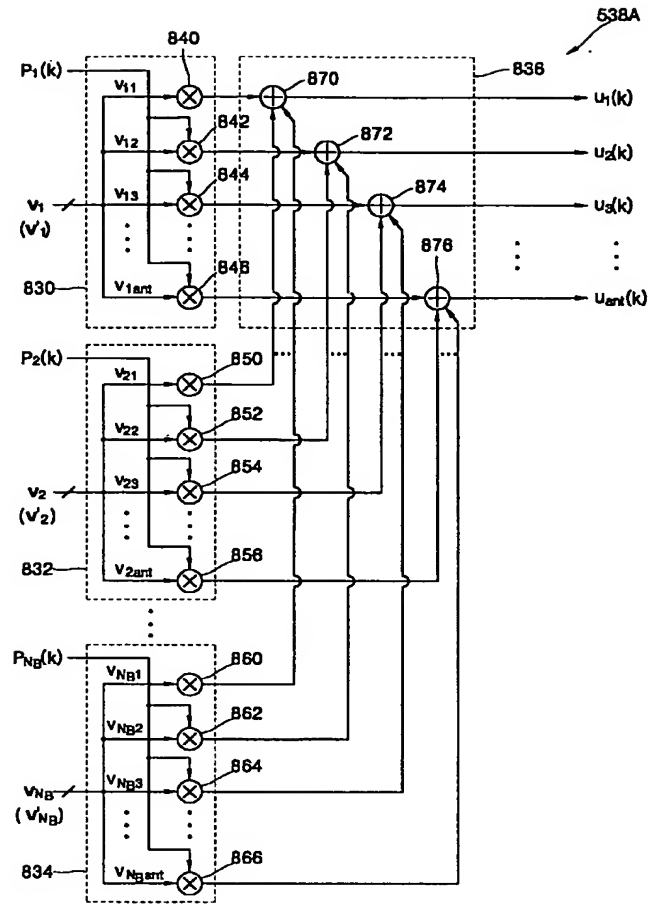
도면 35



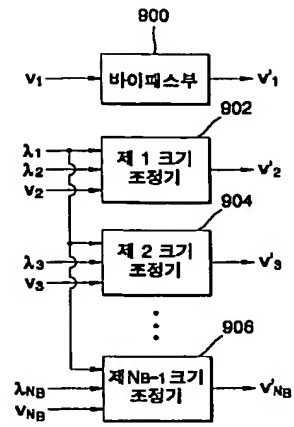
도면 36



도면 37



도면 38



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.